

Aus der Klinik für Anästhesiologie
Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement
Klinik der Ludwig-Maximilians-Universität München
Vorstand: Prof. Dr. med. Bernhard Zwißler

**Lässt sich flächendeckend eine Laienreanimation innerhalb des
kritischen Zeitfensters von vier Minuten etablieren?**

**Eine Untersuchung anhand der Auswertung der Echtzeiten
zum Klickalgorithmus T-CPR der Rettungsleitstellen Bayerns**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Vorgelegt von
Bernhard Ralf Gonschor
aus Gräfelfing
2020

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. Bernhard Zwißler

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. med. Christian P. Schneider

Mitbetreuung durch die
promovierte Mitarbeiterin: Dr. phil. Alexandra Zech

Dekan: Prof. Dr. med. dent. Reinhard Hickel

Tag der mündlichen Prüfung: 26.11.2020

Inhaltsverzeichnis

1.	Zusammenfassung.....	6
2.	Einleitung.....	8
2.1.	Hintergrund.....	9
2.2.	Entstehung.....	9
2.2.1.	Aktuelle Möglichkeiten.....	10
2.2.2.	Motivation des Ersthelfers	11
2.3.	Entwicklung	12
2.3.1.	Der Klickalgorithmus.....	12
2.4.	Zielsetzung.....	13
2.4.1.	Hypothesen	14
3.	Material und Methoden.....	16
3.1.	Studiendesign	16
3.1.1.	Fallzahl	16
3.1.2.	Matching der Einsätze.....	17
3.1.3.	Untersuchungsinstrumente.....	17
3.2.	Auswertung.....	18
3.2.1.	Statistische Methoden.....	18
3.2.2.	Zeiten	19
3.2.3.	Heatmap.....	21
3.2.4.	Evaluationsbögen.....	21
4.	Ergebnisse.....	22
4.1.	Ausschlüsse	22
4.2.	Zeitintervalle	25
4.2.1.	Übersicht.....	25
4.2.2.	Deskriptive Zeitauswertung.....	26
4.2.2.1.	Gesamtzeitintervall des Algorithmus.....	26
4.2.2.2.	Patient sicher bewusstlos.....	27
4.2.2.3.	Beginn der Atemkontrolle	28
4.2.2.4.	Beginn der CPR-Anleitung.....	29
4.2.2.5.	Dauer der CPR-Anleitung	30

4.2.3.	Vergleich der verschiedenen Rettungsdienstbereiche	31
4.2.3.1.	Dauer der Atemkontrolle im RDB-Vergleich.....	31
4.2.3.2.	Erste Thoraxkompression im RDB-Vergleich	32
4.2.4.	Hypothesen zur Zeitauswertung	33
4.2.4.1.	Hypothese „Vergleich der Atemkontrollen“	33
4.2.4.2.	Hypothese „CPR-Beginn“	35
4.2.4.3.	Hypothese „Patientenbenefit“	36
4.2.4.4.	Hypothese „Trainingseffekt“	37
4.3.	Folienreihenfolge mit Heatmap.....	37
4.3.1.	Hypothese „Quereinstiege“	39
4.4.	Fragenanalyse	40
4.4.1.	Setting vor Ort	40
4.4.1.1.	Anrufer am Patienten.....	41
4.4.1.2.	Helferzahl	42
4.4.2.	Kommunikation mit dem Ersthelfer	42
4.4.2.1.	Akustische Verständigung.....	43
4.4.2.2.	Umsetzung	44
4.4.2.3.	Aufregung und Kooperation.....	45
4.4.2.4.	Technische Verständigung	46
4.4.3.	Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus	47
4.4.3.1.	Technische Anwendung	47
4.4.3.2.	Inhaltliche Anwendung	48
4.4.3.3.	Einfluss auf die Leitstellenarbeit.....	49
4.4.4.	Freitextkommentare	50
4.4.5.	Hypothese „zeitliche Korrelation“	50
5.	Diskussion.....	51
5.1.	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	51
5.2.	Zeitintervalle	52
5.3.	Folienreihenfolge.....	55
5.4.	Fragenanalyse	56
5.5.	Fazit und Verbesserungsvorschläge	58
5.6.	Ausblick	60

6.	Limitationen der Untersuchung	62
7.	Literaturverzeichnis	63
8.	Abkürzungsverzeichnis	70
9.	Abbildungsverzeichnis	71
10.	Tabellenverzeichnis	71
11.	Danksagung	72
12.	Eidesstattliche Versicherung	73

1. Zusammenfassung

Durch viele verschiedene Vorerkrankungen und Ereignisse kommt es zum gemeinsamen Endpunkt des Herzkreislaufstillstandes, welcher in der westlichen Welt die häufigste Todesursache darstellt und gehäuft im häuslichen Umfeld bzw. außerhalb medizinischer Einrichtungen eintritt. Um fehlendem Wissen über Wiederbelebensmaßnahmen und der Angst vor der Durchführung vorzugreifen, wurden in vielen Ländern Programme zur telefonisch angeleiteten cardiopulmonalen Reanimation (T-CPR) eingeführt, wie es auch spätestens seit den aktuellen ERC-Guidelines 2015 empfohlen wird. Bereits seit 2013 ist in Bayern der Klickalgorithmus T-CPR Bayern im Einsatz, welcher ein Programm darstellt, das den Leitstellendisponenten standardisiert durch sämtliche Schritte der T-CPR Anleitung führt und gleichzeitig Zeitstempel zu jedem Ereignis sammelt, was eine wissenschaftliche Auswertung und Qualitätssicherung ermöglicht.

Diese Doktorarbeit untersucht anhand der Zeitstempel unter anderem die kritischen Zeiten der Dauer der Atemkontrolle, der ersten Thoraxkompression und der Zeit der durchgeführten Laienreanimation bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. Eine Auswertung der durchklickten Folienreihenfolge soll häufige Sprünge im Verlauf sowie die Nutzung von Quereinstiegen sichtbar machen, um die Reihenfolge neu anzupassen. Schließlich ermöglicht die Analyse der Fragen an den Disponenten am Ende der Algorithmusanwendung die Erstellung von Korrelationen zwischen Antworten und Zeitintervallen sowie die Optimierung des Algorithmus anhand kritischer Kommentare der anwendenden Disponenten.

Ausgewertet wurden 326 Einsatzdatensätze aus dem Zeitraum Juni 2015 bis August 2015 aus acht bayerischen Rettungsdienstbereichen, welche den Klickalgorithmus verwendeten. Herausgefiltert wurden Datensätze, welche nicht anhand einsatzspezifischer Merkmale wie Einsatz-, Patienten-, oder Fahrzeugnummer verknüpft werden konnten, Datensätze mit bereits professionell durchgeführter CPR sowie Kinderreanimationen, welche frei angeleitet wurden, da sie im Algorithmus nicht installiert waren. 135 Einsatzdatensätze mit durchgeführter T-CPR konnten für die Kernausswertung verwendet werden; Einsatzdatensätze bei denen zwar der Algorithmus geöffnet, allerdings nicht bis zur Thoraxkompression durchgeführt wurde, wurden von der Kernausswertung ausgeschlossen. Je nach Fragestellung wurde zum Vergleich das Gesamtkollektiv der Einsatzdatensätze ohne T-CPR (150 Fälle) oder die Teilgruppe derer mit nicht reanimationspflichtigen Patienten (45 Fälle) herangezogen.

Die Dauer der Atemkontrolle ergab einen Median von 00:59 Minuten (00:01 – 03:59), der Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression 03:26 Minuten (00:12 – 14:36) und die Zeit von der ersten Thoraxkompression bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes 04:48 Minuten (00:01 – 45:52). Die Dauer der Atemkontrolle war bei den nicht reanimationspflichtigen Patienten nicht signifikant kürzer. Weiterhin führten höhere Einsatzzahlen im Vergleich der einzelnen Rettungsdienstbereiche nicht zu einem signifikanten Unterschied in Bezug auf die Dauer der Atemkontrolle oder den Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression.

Durch die in einer Heatmap visualisierte Folienreihenfolge zeigte sich eine weitestgehende Einhaltung der angedachten Folienreihenfolge. In einem Drittel der Fälle wurden die eingebauten Quereinstiege z.B. zum Beginn der CPR genutzt; Rücksprünge gab es vor allem im Abschnitt zur Klärung des Eigenschutzes und zur Anleitung der Atemkontrolle.

Im Abschnitt der Fragenanalyse wurden die Teilbereiche Setting vor Ort, Kommunikation mit dem Ersthelfer und Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus untersucht. Einzig im ersten Teilbereich ergab sich ein signifikanter Unterschied zur Vergleichsgruppe der nicht reanimationspflichtigen Patienten, da hier deutlich weniger Anrufer selbst am Patienten waren, was die Maßnahmen entsprechend erschwerte. Die Kommunikation mit dem Ersthelfer wurde im Durchschnitt positiv bewertet. Eine Korrelation zwischen Kommunikationsproblemen und zeitlichen Verzögerungen konnte in Bezug auf die Dauer der Atemkontrolle nachgewiesen werden; für den Beginn der ersten Thoraxkompression musste diese Hypothese abgelehnt werden. In über 75% der Fälle wurde weiterhin die Anwenderfreundlichkeit als positiv bewertet. Kritisiert wurde vereinzelt die Länge der vorzulesenden Texte im Algorithmus.

Bezogen auf die anwendenden Disponenten sollte ein Kurssystem zum regelmäßigen Training bzw. für Nachbesprechungen etabliert werden, welches auch der Qualitätssicherung dienen würde. Verbesserungsvorschläge im Algorithmus bestehen in den Abschnitten der Einleitung zur T-CPR, der Atemkontrolle sowie der Anleitung der CPR selbst; hier empfehlen sich vor allem Kürzungen und vereinfachte Anweisungen in den vorzulesenden Texten, was einen zeitlichen Benefit erbringen könnte, ohne die Qualität des Algorithmus oder der CPR zu schmälern.

Wie auch in den letzten CPR-Guidelines 2015 festgehalten, sollte jedoch ein Hauptpunkt beim Thema Laienreanimation das Training selbst bleiben und werden; empfohlen wird eine breitere Aufklärung und Ausbildung in der Bevölkerung, auch schon in jungen Jahren z.B. ab der siebten Klasse, was teilweise auch schon umgesetzt wird. Nichts destotrotz wird es nie eine 100%ige Ausbildung der Gesamtbevölkerung geben, weshalb die T-CPR nachgewiesenermaßen schon jetzt für häufigere Laienreanimationen sorgt und ein besseres outcome nach Reanimationssituationen außerhalb medizinischer Einrichtungen erzielt.

2. Einleitung

Familie Meier sitzt gemeinsam bei Kaffee und Kuchen. Nachdem es dem Großvater schon den ganzen Tag nicht besonders gut ging und er sich während des Essens immer wieder schmerzverzerrt an die Brust gefasst hat, sackt er plötzlich blass und kaltschweißig in sich zusammen und liegt bewusstlos am Boden. Als durch mehrmaliges lautes Ansprechen und Rütteln klar wird, dass er tief bewusstlos ist, wird jedem klar, dass nun dringend etwas getan werden muss, um ihm zu helfen. Alle sind durch diese Situation in einer Art psychischen Schockstarre gefangen und versuchen, sich krampfhaft daran zu erinnern, was sie in ihrem Führerschein Erste-Hilfe-Kurs gelernt haben, der teilweise schon mehrere Jahrzehnte zurückliegt. Endlich kommt man darauf, den Notarzt zu alarmieren und wählt die 112.

Eine Stimme meldet sich: „Feuerwehr, Rettungsdienst, guten Tag! Wie kann ich Ihnen helfen?“ Panisch wird erwidert, dass der Großvater bewusstlos vom Stuhl gekippt sei, nun reglos am Boden liege und keiner wisse, was zu tun sei; geistesgegenwärtig gibt der Anrufer auch gleich die Adresse durch, damit der Rettungsdienst schnell zu ihnen findet. Als der Anrufer schon wieder auflegen will, sagt der Disponent am anderen Ende der Leitung etwas Unerwartetes: „Bitte legen Sie jetzt nicht auf – Hilfe ist mit Blaulicht unterwegs zu Ihnen! Können Sie noch jemanden zur Hilfe holen?“

Da die ganze Familie beisammen ist, bejaht der Anrufer diese Frage, sowie die nächste, ob Eigenschutz bestehe, also ob für den Anrufer oder einen der Angehörigen Gefahr im Sinne von Strom, Flüssigkeiten, Verkehr oder sonstigen Umweltgefahren bestehe. Der Disponent führt weiter aus: „Herr Meier, Ihr Angehöriger braucht schon jetzt dringend Hilfe. Wir können gemeinsam versuchen, ihm zu helfen, ich sage Ihnen genau, was zu tun ist – sind Sie bereit dazu?“ Herr Meier ist zwar sehr aufgeregt, aber auch dankbar, dass er während der Wartezeit auf den Rettungsdienst schon etwas tun und damit helfen kann. Im Weiteren folgt er so gut er kann allen Anweisungen des Disponenten durch die Bewusstseins- und Atemkontrolle und beginnt schließlich Dank der genauen Anleitung mit einer T-CPR, einer telefonisch angeleiteten cardio-pulmonalen Reanimation. Diese führt er mit Unterstützung durch seine Familie bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes aus.

Nach ihrem Eintreffen übernehmen die professionellen Helfer die Situation – ebenfalls dankbar, dass bereits eine suffiziente Reanimation begonnen wurde – und schaffen es schließlich durch Defibrillation und weitere Reanimation, dass der Patient mit einem wiedererlangten Spontankreislauf, einem ROSC (Return of Spontaneous Circulation), in die nächste geeignete Klinik zur weiteren Stabilisierung und Therapie transportiert werden kann.

2.1. Hintergrund

Ursache für die eben beschriebene Situation ist in den meisten Fällen der plötzliche Herztod. Dieser ist in der westlichen Welt die häufigste Todesursache, wobei der tachysystole hyperdynamische Herzstillstand, wie das Kammerflimmern, etwa 80% und der asystolische hypodynamische Herzstillstand, wie die Asystolie, etwa 20% der Ereignisse ausmachen; oftmals ist ein solches Ereignis sogar die Erstmanifestation einer Herzerkrankung (1). Differenziert man noch weiter, kommt es in Europa jährlich zu etwa 275.000 Herzstillständen außerhalb der Krankenhäuser (2). Betrachtet man dabei die Vielzahl der Möglichkeiten, welche zu dem Ereignis eines Herzstillstandes führen können, verwundert es nicht, dass eine große Zahl der Fälle im häuslichen beziehungsweise privaten Umfeld stattfinden (3). So können neben kardialen Vorerkrankungen, wie der koronaren Herzkrankheit, dem Herzinfarkt oder Kardiomyopathien, auch zirkulatorische Problematiken, wie ein Kreislaufschock oder eine Lungenembolie, respiratorische Erkrankungen durch Hypoxien, Aspiration und Vergiftungen, aber auch die Terminalstadien verschiedener Erkrankungen zu einem Herzkreislaufstillstand führen. Diese Anführungen seien nur beispielhaft, da es natürlich noch einige Möglichkeiten mehr gibt (1). Da durch das Absetzen des Notrufes, die Alarmierung des Rettungsdienstes sowie dessen Anfahrt natürlicherweise eine zeitliche Latenz vom Ereignis des Herzkreislaufstillstandes bis zum Eintreffen der professionellen Helfer entsteht, erscheint es umso wichtiger, dass eine zeitnahe, suffiziente cardiopulmonale Reanimation durch Laien vor Ort stattfindet. Denn bereits nach drei Minuten ohne bestehenden Kreislauf kann es zu irreversiblen Hirnschäden beim Patienten kommen (1).

2.2. Entstehung

Weil dieses Problem nicht neu ist, werden schon seit vielen Jahren Anstrengungen angestellt, neben den Angeboten für Reanimationskurse auch eine telefonisch angeleitete Reanimation zu etablieren. So starteten die Vereinigten Staaten von Amerika in den frühen 80er Jahren erfolgreich ein Programm zur T-CPR (4). Auch das schwedische Gesundheitsprogramm hat eine Telefonreanimation seit dem Ende der 90er Jahre eingerichtet (5). Mehrere Studien zeigten bereits, dass nur ein sehr kurzes Zeitintervall existiert, in dem der Kreislauf eines Patienten sinnvollerweise neu gestartet werden sollte. Dieses liegt nach wissenschaftlichen Erkenntnissen bei spätestens vier Minuten nach Einsetzen des Herz-Kreislauf-Stillstandes (6), da es innerhalb von drei bis zehn Minuten nach dem Ereignis durch die Minderperfusion des Gehirns zu irreversiblen neurologischen Schäden kommen kann (7). Als Schlussfolgerung steht die Überlebenschance in engem zeitlichen Zusammenhang zu den ergriffenen Maßnahmen der Wiederbelebung und sinkt ohne suffiziente Therapie um 7-10% pro Minute (8).

2.2.1. Aktuelle Möglichkeiten

Mehrfach wurde seither durch Untersuchungen festgestellt, dass das Hauptaugenmerk bei den Laien liegt, die unmittelbar vor Ort sind und ohne zeitlichen Aufschub mit lebensrettenden Maßnahmen beginnen und damit die Überlebenschancen des Betroffenen verbessern können (9–13) und weniger auf den professionellen Helfern, welche erst zur Situation dazu stoßen. Somit stellt sich die Frage, wie man Laien dazu motiviert, vor Ort bei Verwandten, Bekannten oder auch Fremden mit Wiederbelebensmaßnahmen zu beginnen.

Eine seit vielen Jahren etablierte Möglichkeit ist der Besuch von Erste-Hilfe-Kursen bzw. Trainings zu lebensrettenden Sofortmaßnahmen – verpflichtend wie zum Beispiel zum Erhalt des Führerscheins in Deutschland (14) oder auch jederzeit freiwillig möglich – was mit Sicherheit auch zukünftig ein wichtiger Baustein in diesem Bereich bleiben wird (15). Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch die Studien des European Resuscitation Council (ERC), welcher wiederholt unter anderem analysiert, bei wie vielen beobachteten Kreislaufstillständen tatsächlich Laien-Reanimationen gestartet werden. So waren die Zahlen im Jahr 2008 sehr unterschiedlich im Vergleich zwischen den einzelnen Ländern (zum Beispiel 15% in Deutschland, 59% in Schweden und 61% in den Niederlande) (16), während sich bis 2014 in Deutschland ein Anstieg auf 31% verzeichnen ließ (17) und die Zahl der Laienreanimationen im europäischen Durchschnitt auf 47,4% angestiegen ist (2).

Auch das Training in möglichst jungen Jahren, wie z.B. schon zu Schulzeiten, kann einen Abbau der Ängste und einen Aufbau von Fähigkeiten und Fertigkeiten erreichen (18,19). In diesem Setting reicht auch ein selteneres Training im Vergleich zu Erwachsenen, da die Auffassungsgabe und Lernfähigkeit noch schneller greift. Eine Möglichkeit ist die Einführung von Kursen zu lebensrettenden Sofortmaßnahmen ab der sechsten oder siebten Klasse, wobei ein kurzer jährlicher Kurs ausreicht. Ab dem entsprechenden Alter sind die Kinder bereits aufnahmefähig und kräftig genug, um mit dieser Thematik umzugehen.

Ein deutlich späterer Einstieg wird nicht empfohlen, da z.B. bei Mittel- und Realschulen aufgrund der kürzeren Schulzeit eine geringere Wiederholungszahl entsteht und dadurch wiederum eine geringere Bevölkerungsmasse, wie auch die Bildungsschichten, unterschiedlich erreicht werden (20,21). Dabei können die bereits an der jeweiligen Schule vorhandenen Lehrer nach einem kurzen Lehrgang selbst die Trainingseinheiten abhalten. Als zusätzlicher Gewinn entsteht durch den praxisnahen Unterricht ein Schneeballeffekt, der auch die soziale Umgebung der Kinder, also Familie und peer group, zum Besuch eines entsprechenden Kurses anregt.

Neben all diesen Ideen des Trainings für Kinder und Jugendliche, die bereits anfänglich realisiert werden, und einer steigenden Zahl an Besuchen von Erste-Hilfe-Kursen, wächst die Zahl der Laienreanimationen jedoch vergleichsweise wenig mit, was sich durch die altersbedingte Lücke erklären lässt: die meisten besuchen einen Erste-Hilfe-Kurs eher in jungen Jahren aufgrund des Führerscheinerwerbs oder durch schulische oder betriebliche Auflagen, während die meisten Herzkreislaufstillstände im häuslichen Umfeld von Senioren stattfinden, die meist allein oder mit Partner/in leben, aber nicht mehr in der früher üblichen Großfamilie (22).

Da bei diesen der Kursbesuch aber natürlicherweise einige Jahre zurückliegt oder die CPR teilweise körperlich nicht mehr möglich ist, wird hier eine gewisse Zahl an nicht durchgeführten Laienreanimationen erhalten bleiben.

Vor allem bei Patienten mit vorbekannten Erkrankungen des Herzkreislaufsystems entsteht hier wiederum eine weitere Möglichkeit zur Information durch den behandelnden (Haus-)Arzt bzw. wäre eine intensiverte Aufklärung des Patienten und der Angehörigen sowie eine Empfehlung zum Besuch eines Erste-Hilfe-Kurses wünschenswert, da eine familiäre Vorbelastung Angehörige von sich aus nur bedingt in entsprechende Kurse treibt (23).

2.2.2. Motivation des Ersthelfers

Neben fehlender praktischer Übung und Erfahrung haben viele Menschen zudem Angst davor, etwas falsch zu machen. So wurden in einer Studie von 2008 fünf Faktoren herausgefunden, welche die Zeugen eines Herzkreislaufstillstandes in erster Linie davon abhalten, eine Wiederbelebung zu beginnen: Angst davor, die betroffene Person zu verletzen, Angst davor, die Maßnahmen nicht korrekt durchzuführen, Angst vor rechtlichen Konsequenzen, Angst vor dem Mund-zu-Mund-Kontakt und schließlich die fehlende körperliche Beweglichkeit bzw. Kraft, um eine Reanimation durchzuführen (24).

Umso mehr ist damit die Wissensvermittlung notwendig,

- dass kaum bis kein Verletzungsrisiko besteht, wenn eine Reanimation durchgeführt wird, ohne dass der Betroffene einen Herzkreislaufstillstand hat (25),
- dass eher mit rechtlichen Konsequenzen zu rechnen ist, wenn überhaupt keine Hilfe geleistet wird (26),
- dass eine Mund-zu-Mund-Beatmung nicht zwingend erforderlich ist und ein Weglassen bei der Laienreanimation sogar eher von Vorteil ist (27),
- und dass vor allem die frühe Reanimation von Bedeutung ist, auch wenn sie nicht vollkommen korrekt ausgeführt wird (28).

Wie sich bisher zeigte, ist es schwierig, all diese Informationen breit und nachhaltig in der Bevölkerung zu streuen, so dass die eigentliche Anleitung zur CPR im richtigen Moment immer mehr an Bedeutung gewinnt, zum Beispiel im Rahmen einer telefonischen Anleitung. In Simulationen wurde bereits bewiesen, dass eine telefonische Anleitung zur Reanimation funktioniert (29,30), also zeitnah erfolgreich durchgeführt werden kann, während weitere internationale Studien zeigen konnten, dass die Einführung eines derartigen Algorithmus in kurzer Zeit und ohne monatelanges Training möglich sein kann (31,32).

2.3. Entwicklung

Nachdem das European Resuscitation Council im Jahr 2010 eine Empfehlung der telefonischen Anleitung zur Reanimation (T-CPR) durch geschulte Disponenten aussprach (33), legten die Ärztlichen Leiter Rettungsdienst (ÄLRD) diese Anleitung in Bayern erstmals in einem Algorithmus fest, welcher sich an den Leitlinien des ERC orientierte. Dieser sollte zu Anfang allen Rettungsleitstellen in Bayern in Papierform auf drei Seiten vorliegen und diene den Disponenten als erster Anhalt zur Anleitung der Telefonreanimation. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es nur leitstelleninterne Regelungen oder es stand jedem einzelnen Disponenten frei, wie er in einem solchen Notfall agieren könnte.

Im europäischen wie auch im internationalen Konsens ging das ERC im Jahr 2015 einen Schritt weiter und damit von der reinen Empfehlung weg, hin zur klaren Forderung der Telefonreanimation als Standard in der modernen Rettungsleitstelle (34). So schreibt das ERC in der aktuellen Leitlinie: „Leitstellendisponenten sollen beim Verdacht auf einen Kreislaufstillstand immer, wenn kein trainierter Ersthelfer vor Ort ist, eine Telefonreanimation anbieten.“ (28)

2.3.1. Der Klickalgorithmus

Nach einer ersten Fassung in Papierform wurde in Kooperation vom Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement (INM) am Klinikum der Universität München (KUM) der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU), der Arbeitsgemeinschaft T-CPR der Ärztlichen Leitung Rettungsdienst Bayern (ÄLRD), der Leitstellen des Bayerischen Roten Kreuzes (BRK), der Arbeitsgemeinschaft für Kommunikation der Integrierten Leitstellen (ARGE Komm ILS) und der Staatlichen Feuerweherschule Geretsried eine zeitgemäße digitale und bayernweit standardisierte Form der T-CPR entwickelt, welche 2013 als Klickalgorithmus Einzug in die bayerischen Rettungsleitstellen fand. Das Neue an diesem Klickalgorithmus ist das weitere Programm, welches der Disponent im Verdachtsmoment der Bewusstlosigkeit beziehungsweise des Herzkreislaufstillstandes aufruft und welches ihn per Mausklick durch sämtliche Schritte und mögliche Nebenschritte der telefonischen Anleitung hindurchführt. Hierbei durchläuft der Anrufer mit der telefonischen Anleitung unter anderem die Bewusstseinskontrolle, das richtige Positionieren des Patienten, die Atemkontrolle sowie die Lagerung in der stabilen Seitenlage oder die Reanimation bis zum Eintreffen der professionellen Helfer.

Gestartet wurde mit der Version 1.1, welche den vollständigen Algorithmus für Erwachsene in deutscher Sprache beinhaltet. Noch nicht beinhaltet sind eine (zu dieser Zeit aber schon geplante) Version für Kinder und Neugeborene sowie alle Versionen alternativ auch in englischer Sprache. Diese Dissertation beschäftigt sich ausschließlich mit der Auswertung der Daten des Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1.

Wie auch alle weiteren Daten aus dem Bereich des bayerischen Rettungsdienstes (Zeiten, Meldebilder, Fahrzeugdaten u.v.m.), werden die gesammelten Datensätze aus der Anwendung des Klickalgorithmus zentral am Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement digital verarbeitet. So ist es zum ersten Mal möglich, die Datensätze aus beiden Programmen (Leitstellenprogramm ELDIS mit Einsatzzeiten und Einsatznummern und Klickalgorithmus mit Verlaufszeiten) zu verbinden, um so die Einsätze zu validieren. Im Weiteren erfolgt die wissenschaftliche Aufarbeitung, um den ÄLRD sowohl die Ergebnisse mitzuteilen, wie auch Vorschläge zur Weiterentwicklung unterbreiten zu können.

2.4. Zielsetzung

Ziel dieser Doktorarbeit ist es, die Möglichkeit zu klären, ob eine Laienreanimation flächendeckend im kritischen Zeitfenster von vier Minuten etabliert werden kann. Ausgewertet wird hierzu die zeitliche Abfolge der durchgeführten Telefonreanimationen. Das heißt der via Telefon durch einen Leitstellendisponenten angeleiteten Laienreanimationen in einem bestimmten Zeitintervall. Dabei wird analysiert, wie viel Zeit für bestimmte Aktionen wie z.B. die Atemkontrolle benötigt wird und wie lange es dauert, bis der Patient die erste Thoraxkompression zur Aufrechterhaltung des Kreislaufs erhält.

Die Atemkontrolle ist ein zentraler Punkt dieses Algorithmus, da hier maßgeblich über den Start der Wiederbelebensmaßnahmen entschieden wird. Umso gründlicher muss diese in zweifelhaften Fällen durchgeführt werden, wenn zum Beispiel eine Schnappatmung beschrieben wird. Aus dieser Annahme stellt sich die Frage, ob es einen wesentlichen zeitlichen Unterschied zwischen den Atemkontrollen der Einsätze mit durchgeführter T-CPR und der Kontrollgruppe der Einsätze mit nicht reanimationspflichtigen Patienten ergibt.

Weiterhin wird anhand der Zeitdaten errechnet, wie groß der zeitliche Benefit für den Patienten ist, um wie viel früher also Dank des Algorithmus durch die Laienreanimation Thoraxkompressionen durchgeführt werden, um einen künstlichen Kreislauf vor Eintreffen des Rettungsdienstes und damit der professionellen Helfer zu etablieren. Anhand dieser Berechnung lässt sich auch die Differenz der beiden Zeiten (Start der Laienreanimation und angenommener Start der professionellen Reanimation bei Eintreffen des Rettungsdienstes) sowie die Signifikanz berechnen.

In diese Auswertung fließen Daten aus acht verschiedenen Rettungsdienstbereichen (RDB) in Bayern ein. Damit lässt sich auch ein Vergleich zwischen den Daten dieser RDBs anstellen und somit die Frage klären, ob eine höhere Zahl an durchgeführten T-CPRs einen Trainingseffekt erzielt und somit zu einem schnelleren Erreichen der ersten Thoraxkompression beiträgt.

Eine weitere Neuerung dieses Algorithmus im Vergleich zu Papier-basierten ist neben der digitalen standardisierten Form auch die Möglichkeit zu Quereinstiegen, wodurch die Disponenten Teilbereiche des Algorithmus überspringen können; zum Beispiel wenn der Patient bereits ohne weitere Kontrolle sicher bewusstlos oder sicher reanimationspflichtig ist.

Dadurch lässt sich klären, ob die Quereinstiege zu einer früheren Thoraxkompression führen, im Vergleich zu den Einsätzen ohne Nutzung der Quereinstiege.

Da die Disponenten am Ende eines jeden Algorithmus die Möglichkeit haben, inhaltliche und technische Fragen zu beantworten, wird anhand dieser Evaluationsbögen analysiert, in welchen Bereichen des Algorithmus Verbesserungsbedarf besteht. Weiterhin erlauben die Antworten der Disponenten einen tieferen Einblick in die Nutzung des Algorithmus, wodurch wiederum Erklärungen für die benötigten Zeiten abgeleitet werden können. Das Augenmerk liegt hier vor allem auf der Kommunikation mit dem Anrufer. Hieraus lässt sich die Frage beantworten, ob die Art der Kommunikation einen signifikanten Einfluss auf die Zeitintervalle hat.

All diese Fragestellungen lassen sich in dieser Auswertung erstmals genauer analysieren, da Dank der Erfassung der Einsatzdaten in Verbindung mit sämtlichen Zeitstempeln der genutzten Klickalgorithmen eine detail- bzw. sekundengenaue Untersuchung möglich wird.

2.4.1. Hypothesen

Neben den beschreibenden Ergebnissen werden folgende Hypothesen untersucht:

- 1) „Vergleich der Atemkontrollen“: Das Zeitintervall der Atemkontrolle im Vergleich der beiden Gruppen „durchgeführte T-CPR“ und „keine T-CPR“ dauert im Rahmen des Reanimations-Settings länger.
- 2) „CPR-Beginn“: Mit Hilfe des Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1 lässt sich flächendeckend eine Laienreanimation im Zeitfenster von vier Minuten etablieren.
- 3) „Patientenbenefit“: Der T-CPR-Beginn durch den angeleiteten Laien verschafft dem Patienten einen signifikanten Zeitgewinn und damit einen erheblichen Benefit im Vergleich zum späteren CPR-Beginn bei Eintreffen des Rettungsdienstes.
- 4) „Trainingseffekt“: Höhere Zahlen an T-CPRs verkürzen die Durchschnittszeiten bis zur Thoraxkompression im Vergleich der Zeiten und Einsatzzahlen der einzelnen ausgewerteten Rettungsdienstbereiche.

- 5) „Quereinstiege“: Die Nutzung der Quereinstiege führt zu einer früheren Thoraxkompression im Vergleich zu Einsätzen ohne Nutzung der Quereinstiege.
- 6) „zeitliche Korrelation“: In Zusammenschau der Antworten aus den Evaluationsbögen im Hinblick auf die Zeiten führen Kommunikationsprobleme zu einer längeren Dauer der Atemkontrolle sowie einer zeitlichen Verzögerung bis zum Beginn der CPR.

Die einzelnen Hypothesen werden thematisch behandelt, weswegen sich die Hypothesen „Vergleich der Atemkontrolle“, „CPR-Beginn“, „Patientenbenefit“ und „Trainingseffekt“ im Anschluss an die Auswertung der Zeiten wiederfinden. Im Weiteren ist die Hypothese „Quereinstiege“ im Kapitel der Heatmap zu finden. Zuletzt ist die Hypothese „zeitliche Korrelation“ im Anschluss an die Fragenanalyse zu finden.

3. Material und Methoden

3.1. Studiendesign

Mit dieser retrospektiven und unverblindeten Evaluationsstudie aus gesammelten Einsatzdatensätzen soll deskriptiv untersucht werden, welche Zeitintervalle zwischen den einzelnen beschriebenen Zeitpunkten des Klickalgorithmus ermöglicht werden bzw. in welchen Bereichen noch Optimierungsbedarf besteht.

Hierfür wurden seit Beginn der Einführung des Klickalgorithmus in den bayerischen Rettungsleitstellen Daten erhoben, welche aufzeigen, wann welcher Abschnitt des Algorithmus angeklickt wurde – hierbei dient das Aufrufen des Klickalgorithmus als Startzeitpunkt (Anhang A: T-CPR Algorithmus). Weiterhin wurde die Reihenfolge der Folien aufgezeichnet, wodurch etwaige Sprünge zwischen den einzelnen Folien nachvollziehbar werden. Schließlich wurde auch das Beenden des Programmes festgehalten. Nach Anwendung des Algorithmus hatte jeder Disponent die Möglichkeit, einen Evaluationsbogen auszufüllen, um die Anwendung zu evaluieren sowie Kritik und Verbesserungsvorschläge äußern zu können.

3.1.1. Fallzahl

Seit der Integration des Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1 laufen sämtliche Einsatzdatensätze, bei denen der Algorithmus geöffnet wurde, gemeinsam mit allen restlichen Einsatzdaten aus dem bayerischen Rettungsdienst zentral zusammen. Die im Weiteren genutzten 326 Datensätze beschreiben Einsätze vom Juni 2015 bis einschließlich August 2015 und stammen aus den Leitstellenbereichen Erding, Rosenheim, Traunstein, Oberland, Landshut, Straubing, Bayreuth/Kulmbach und Donau-Ilser.

Obwohl es eine extra Übungsversion für den Klickalgorithmus für die Leitstellendisponenten gab, verwendeten die Disponenten oftmals das offizielle Programm, wodurch bei jedem Öffnen ein neuer Datensatz generiert wurde, welcher im Gesamtkollektiv ankam. Auf diese Weise wurden 326 Einsatzdatensätze generiert, von denen 135 Einsatzdatensätze mit durchgeführter T-CPR für die hier vorgestellte Kernausswertung analysiert werden.

3.1.2. Matching der Einsätze

Am Ende jeder Programmanwendung des Klickalgorithmus kann der anwendende Disponent nach dem Evaluationsbogen Identifizierungsmerkmale eintragen, welche es erleichtern sollen, die Datensätze des Klickalgorithmus mit den Datensätzen aus der ELDIS-Datenbank (Elektronisches Leitstellen Dispositions- und Informationssystem) zu verknüpfen.

Diese sind entweder die Rettungsdienst-Einsatznummer, die Patientenummer oder die Fahrzeugnummer des eingesetzten Rettungsmittels. Anhand eines dieser drei Merkmale soll es im Nachhinein möglich sein, die jeweiligen Datensätze ohne Zweifel dem jeweiligen Einsatz zuzuordnen zu können. So sollen die Einsatzdaten herausgefiltert werden, bei welchen kein realer Einsatz stattfand. Des Weiteren soll so dem jeweiligen Ärztlichen Leiter eines Rettungsdienstbereiches ermöglicht werden, das outcome eines reanimierten Patienten vom behandelnden Krankenhaus zu erfahren, um auch diese Information in eine langfristig angelegte Analyse der T-CPR in Bayern einfließen zu lassen.

Da die drei oben genannten Identifizierungsmerkmale in dieser Version nicht zwingend ausgefüllt werden mussten, konnten nicht alle Einsätze zweifelsfrei zugeordnet werden. Aus diesem Grund wurden 24 der 326 Einsatzdatensätze ausgeschlossen (siehe 4.1.).

3.1.3. Untersuchungsinstrumente

Bei der Verwendung des Klickalgorithmus hat der Disponent die Möglichkeit, bestimmte Funktionen anzuklicken und somit vorbestimmten Pfaden im Ablauf zu folgen (Anhang A: Klickalgorithmus T-CPR Bayern). Das Öffnen des Algorithmus wird als erster Klick gewertet. Jeder weitere Klick beschreibt den Weg, den der Disponent im Algorithmus geht. Durch angelegte Buttons kann der Disponent dem vorgegebenen Pfad folgen und nach jedem Abschnitt weiterklicken, bis der Algorithmus am Ende ankommt und der Patient an den Rettungsdienst übergeben wird. Weiterhin besteht die Möglichkeit, innerhalb des Algorithmus wieder zurückzugehen, sollte zum Beispiel der Anrufer etwas nicht verstanden haben. Zudem sind Quereinstiege vorgesehen, über die der Disponent einzelne Abschnitte überspringen und somit zum Beispiel direkt zur Thoraxkompression gehen kann, sollte der Patient von Anfang an gesichert ohne suffiziente Atmung sein.

Jeder einzelne dieser Klicks wird im Hintergrund des laufenden Programmes registriert und mit einem Zeitstempel markiert abgelegt. Somit kann die jeweilige Anwendung des Algorithmus als kompletter Datensatz mit sämtlichen Klicks und den entsprechenden Zeitstempeln ausgewertet werden. Hierdurch ergeben sich sowohl die zeitlichen Intervalle zwischen den einzelnen Klicks und damit zwischen den Anweisungen des Disponenten, wie auch die Reihenfolge der einzelnen Schritte, was mögliche Sprünge im Verlauf aufzeigt. Sämtliche Zeiten werden im Format Minuten:Sekunden angegeben, damit ein direkter Vergleich der einzelnen Intervalle möglich ist und erleichtert wird.

Weiterhin steht jedem Disponenten nach abgeschlossener Anwendung des Algorithmus ein Evaluationsbogen zur Verfügung, welcher über vorgegebene Antwortmöglichkeiten, wie auch Freitextfelder erlaubt, einen standardisierten Einblick in die erfolgte Anwendung zu bekommen. Innerhalb des Fragebogens werden die Themenbereiche Setting vor Ort, Kommunikation mit dem Ersthelfer, Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus und freie Kommentare abgedeckt (siehe Anhang B: Disponentenevaluationsbogen). In der hier ausgewerteten Version des Klickalgorithmus ist der Evaluationsbogen keine Pflicht. Dennoch wurde er nach den Einsätzen häufig ausgefüllt, sodass hier Kritikpunkte für eine weitere Optimierung des Algorithmus zu finden sind und langfristig umgesetzt werden könnten.

3.2. Auswertung

Alle Daten wurden mit der Microsoft-Applikation Excel 2010 in einer Tabelle verarbeitet, um die Datensätze zu sortieren, zu ordnen und eine Heatmap, welche den zeitlichen Verlauf der einzelnen Klicks visualisiert, zu erstellen. Für weitere Berechnungen wurden die auszuwertenden Datensätze in das Statistikprogramm IBM SPSS Statistics (Version 23) überführt, um dort sämtliche Zeiten und Evaluationsbögen zu analysieren.

3.2.1. Statistische Methoden

Für die deskriptive Auswertung der Zeitintervalle erfolgte die Berechnung des Medianes sowie der Range als Minima und Maxima. Bei entsprechenden Ausreißern wurde die zeitliche Differenz zum Durchschnitt berechnet.

Für die Fragenanalyse erfolgte bei Fragestellungen im Sinne einer Likert-Skala die Berechnung des Mittelwertes bei durchgeführten T-CPRs sowie zur Vergleichbarkeit die Berechnung des Mittelwertes bei Einsätzen ohne T-CPR.

Die Signifikanz im Unterschied der verglichenen Einzelgruppen wurde geprüft und abhängig vom Datenniveau mit Hilfe von t-Tests beziehungsweise mit Hilfe von U-Tests in SPSS berechnet. Weiterhin wurde der Gesamtvergleich der RDBs mit Hilfe einer ANOVA (F-Werte) durchgeführt. Der p-Wert wurde auf 0,05 festgelegt.

Die Heatmap wurde in Microsoft Excel erstellt und graphisch aufbereitet.

3.2.2. Zeiten

Die Analyse der einzelnen Zeiten und Zeitintervalle erfolgte in IBM SPSS Statistics über die Berechnung der Mediane und Erstellung von Boxplots und Histogrammen. Der Fokus der Zeiteauswertung liegt vor allem bei der Dauer der Atemkontrolle, dem Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression sowie dem Intervall von der ersten Kompression bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes. In der Annahme, dass das Aufrufen des Klickalgorithmus möglichst nah am Zeitpunkt des Herzkreislaufstillstandes liegt, wäre die Erwartung an die Durchführung des Algorithmus, die erste Thoraxkompression spätestens bei 04:00 min zu erreichen, um irreversible Hirnschäden zu vermeiden. Weiterhin ist das Zeitintervall zwischen der ersten Thoraxkompression und dem Eintreffen des Rettungsdienstes von großem Interesse, weil dies den zeitlichen Benefit beschreibt, welcher für den Patienten ohne Kreislauf durch den Algorithmus erzielt werden kann, bis professionelle Helfer die Wiederbelebungsmaßnahmen übernehmen.

Berechnet wurden folgende Zeitintervalle:

(Die Bezeichnung der Folien bezieht sich auf die Darstellung des Algorithmus im Anhang)

1. Intervall: Gesamtzeit des Algorithmus. Hier wird die Gesamtzeit beschrieben, während der der Algorithmus geöffnet war und somit angewendet wurde. Dieses Intervall errechnet sich aus den Zeitstempeln der letzten Folie (entspricht dem Eintreffen des Rettungsdienstes) und der ersten Folie des Algorithmus. Es soll einen Eindruck vermitteln, in welchem Zeitraum ein solcher Einsatz im Rahmen der Leitstellenarbeit abgewickelt werden kann. Dementsprechend auch, wie lange ein Disponent durch einen solchen Einsatz gebunden ist und weiterhin, welcher eventuell auch psychischen Belastung ein Disponent in dieser Situation zusätzlich ausgesetzt wird.
2. Intervall: Patient sicher bewusstlos. Start des Algorithmus bis zum Ende der Bewusstseinskontrolle; an dieser Stelle ist der Patient gesichert bewusstlos. Dieses Zeitintervall beginnt mit dem Starten des Algorithmus, nachdem für den Disponenten der Verdacht auf einen Herz-Kreislauf-Stillstand mit Notwendigkeit einer Reanimation besteht. Es umfasst die Ankündigung, dass Hilfe unterwegs ist und die Klärung des Eigenschutzes des Anrufers. Weiterhin wird hier bereits die Motivation des Anrufers zum Helfen abgefragt und das Lautstellen des Telefons sowie die Bewusstseinskontrolle des Patienten durchgeführt. Dieses Intervall ist beendet, sobald der Disponent auf die Folie „Patient sicher bewusstlos“ kommt. Dieses Zeitintervall ist die Differenz der Zeitstempel der Folie 8 „Patient sicher bewusstlos“ und der Startfolie des Klickalgorithmus.
3. Intervall: Beginn der Atemkontrolle. Dieses Intervall beschreibt die Dauer bis zum Beginn der Anleitung zur Atemkontrolle direkt im Anschluss an die Feststellung der Bewusstlosigkeit. Zwischen dem vorigen und diesem Zeitpunkt liegt die direkte Frage an den Anrufer, ob der Patient atmet, und die Frage, ob der Patient auf dem Rücken liegt.

Der Zeitpunkt dieses Intervalls errechnet sich durch die Differenz der Zeitstempel der Folie 11 „Einleitung Atemkontrolle“ und der Startfolie des Klickalgorithmus.

4. Intervall: Dauer der Atemkontrolle. Dieses Zeitintervall umfasst die vollständige Atemkontrolle und damit die Folien 11, 12 „Positionierung des Kopfes“, 13 „Positionierung des Untersuchers“, 14 „Abfrage von Atemzeichen“ sowie abschließend die Folie 15 „Sicher Atemstillstand/Schnappatmung“. Die eigentliche Atemkontrolle (Folie 14) sollte hier maximal 10 Sekunden dauern, jedoch nehmen die hinführenden Erklärungen sowie die detaillierte Nachfrage deutlich mehr Zeit in Anspruch. Dieses Zeitintervall errechnet sich aus der Differenz der Zeitstempel der Folien 15 und 11.
5. Intervall: Beginn der CPR-Anleitung. Dieses Intervall beschreibt die Dauer bis zum Beginn der Anleitung zur cardiopulmonalen Reanimation und ist festgelegt bei Folie 18 „Anleitung notwendig?“. Zwischen der Atemkontrolle und der CPR-Anleitung liegen noch die Überleitungsfolien 16 „Aufklärung über Kreislaufstillstand“ und 17 „AED-Abfrage“. Der Zeitpunkt zum Beginn der CPR-Anleitung errechnet sich aus der Differenz der Zeitstempel der Folien 18 und 1.
6. Intervall: Dauer der CPR-Anleitung. Dieses Zeitintervall umfasst den Zeitraum vom Beginn der Anleitung bis zur ersten Thoraxkompression und umfasst die Folien 18, 19 „Frage nach Unterstützung“, 21 „Positionierung des Körpers“, 22 „Positionierung des Helfers“, 23 „Entkleiden“, 24 „Positionierung der Hände“, 25 „Positionierung zum Start“ sowie Folie 26 „Thoraxkompression“. Dieses Intervall errechnet sich aus der Differenz der Zeitstempel der Folien 26 und 18.
7. Intervall: erste Thoraxkompression. Dieses Intervall beschreibt eine der Kernzeiten dieser Auswertung, nämlich den benötigten Zeitraum vom Beginn des Algorithmus bis zur Folie 26 „Thoraxkompression“. Dies beschreibt somit den Zeitraum, während dessen der Patient ohne Kreislauf ist, wenn man davon ausgeht, dass der Beginn des Algorithmus möglichst nah am Eintreten des Kreislaufstillstandes ist. Dieser Zeitraum errechnet sich aus der Differenz der Zeitstempel der Folien 26 und 1.
8. Intervall: erste Thoraxkompression bis Eintreffen des Rettungsdienstes. Dieses letzte Zeitintervall umfasst den Zeitraum, während dessen der Laienhelfer den Kreislauf des Patienten aufrechterhält, bis professionelle Hilfe eintrifft, um die CPR weiterzuführen. Dies entspricht der Zeit, die der Patient als Benefit durch den Algorithmus erhält. Zum Zeitpunkt des Eintreffens des Rettungsdienstes steht nur noch die Frage nach Betreuungsbedarf des Reanimierenden, wonach zum Beispiel ein Dienst, wie das Kriseninterventionsteam, alarmiert werden könnte (Folie 55). Dieses Intervall errechnet sich aus der Differenz der Zeitstempel der letzten Folie des Algorithmus und der Folie 26 „Thoraxkompression“.

Des Weiteren wurde hier eine Analyse der verschiedenen ausgewerteten Rettungsdienstbereiche durchgeführt, wodurch die einzelnen Zeitintervalle verglichen werden können.

3.2.3. Heatmap

Eine weitere Fragestellung dieser Auswertung ist es, ob die anwendenden Disponenten der vorgesehenen Folienreihenfolge folgen oder ob unvorhergesehene häufige Sprünge in bestimmten Abschnitten erfolgen. Hierfür wurde in Microsoft Excel eine Heatmap erstellt, welche die gewählte Folienreihenfolge sichtbar machen soll. Diese Karte wurde graphisch aufbereitet, um leichter den vorgesehenen Wegen folgen zu können. Vorgesehen war der erwartete Weg von Anfang bis Ende, sowie die Wege über etwaige Quereinstiege: Quereinstieg *Atemstillstand*, Quereinstieg *bewusstloser Patient* und Quereinstieg *CPR*. Hier sollen vor allem Sprünge im eigentlich vorgesehenen Weg des Disponenten aufgezeigt und untersucht werden, um mögliche Problematiken in der Folienreihenfolge bzw. Folienumsetzung aufzuzeigen.

3.2.4. Evaluationsbögen

Hier wurden die Evaluationsbögen analysiert, die jeder Leitstellendisponent am Ende der Programmanwendung ausfüllen soll (Anhang B: Disponentenevaluationsbogen). Dieser beinhaltet Fragen zu den Themenbereichen Setting vor Ort, Kommunikation mit dem Ersthelfer sowie Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus. Darüber hinaus steht dem Disponenten noch ein Textfeld offen, um eigene Kommentare und Kritik zu äußern. Bei den einzelnen Fragen haben die Disponenten die Möglichkeit, vorgefertigte Antworten im Sinne einer Likert-Skala als Zustimmung zur Frage anzuklicken, zum Beispiel *sehr*, *ziemlich*, *kaum* oder *überhaupt nicht*. Diese wurden in Balkendiagrammen dargestellt und über Berechnung des Mittelwertes der Antworten konnte eine klare Tendenz jeder Frage in eine eher zustimmende oder ablehnende Richtung wiedergegeben werden.

Weiterhin wurde hier ein Vergleich angestellt zwischen den Evaluationsbögen der durchgeführten T-CPRs und den Evaluationsbögen der Einsätze, bei denen die T-CPR aus einem der unter dem Punkt Ausschlüsse (4.1) genannten Gründe nicht stattgefunden hatte. Bei einigen Fragen haben die Disponenten zudem die Möglichkeit, ihre Antwort in einem Freitextfeld zu kommentieren oder zu erklären. Auch diese Antworten wurden ausgewertet, um einen Aufschluss über die Situation zu erlangen und etwaigen Verbesserungsbedarf zu erkennen.

4. Ergebnisse

4.1. Ausschlüsse

Von den 326 Einsatzdatensätzen aus acht Rettungsdienstbereichen in Bayern wurden 41 Einsatzdatensätze aus nachfolgend genannten Gründen (Tabelle 2) vollständig und ein Teilbereich von 105 Einsatzdatensätzen (Tabelle 1) teilweise ausgeschlossen, so dass für die Kernausswertung der durchgeführten T-CPRs 135 Einsatzdatensätze und als Hauptvergleichsgruppe mit nicht reanimationspflichtigen Patienten 45 Einsatzdatensätze aus acht Rettungsdienstbereichen verwendet werden konnten. Die hier aus der Kernausswertung ausgeschlossenen 105 Einsatzdatensätze mit reanimationspflichtigen Patienten, aber ohne durchgeführte T-CPR wurden im Bereich der Fragensauswertung vereinzelt als Vergleichsgruppe mit den Einsatzdatensätzen der nicht reanimationspflichtigen Patienten (zusammen 150 Einsatzdatensätze) herangezogen und entsprechend benannt.

Als Hauptvergleichsgruppe wurden 45 Einsatzdatensätze identifiziert, bei denen der Patient nicht reanimationspflichtig war; dies äußerte sich meist dadurch, dass der Patient doch ansprechbar war und reagierte, dass der Patient bei der Bewusstseinskontrolle wieder wach wurde oder dass der Patient während der Atemkontrolle eine physiologische Atmung aufwies und mit telefonischer Hilfe des Leitstellendisponenten in eine stabile Seitenlage gebracht werden konnte. Diese Einsatzdatensätze wurden aus der Kernausswertung der T-CPR relevanten Fälle ausgeschlossen, dienen aber im Weiteren dem Vergleich von einzelnen Zeitabschnitten, wie zum Beispiel des Intervalls der Atemkontrolle zwischen T-CPR-Fällen und nicht-T-CPR-Fällen.

Anzahl	Grund des Ausschlusses
42	Anrufer nicht in der Lage, CPR durchzuführen (körperlich, psychisch, Verständigungsproblem, Sprachproblem) – davon 18 aus rein körperlichem Grund (Anrufer zu „schwach“, Patient zu „schwer“, problematische Lage des Patienten)
29	CPR wird vom Anrufer abgelehnt (aktives Ablehnen bei Nichtwollen/-können, bei bekannter Patientenverfügung, bei bekanntem Patientenwillen oder bei entsprechenden Vorerkrankungen)
18	Technische Probleme (Netzabbruch, gebundenes Telefon in entferntem Raum)
11	Patient zeigt bereits sichere Todeszeichen (v.a. Leichenstarre)
5	Anrufer ist nicht am Patienten
105	Gesamt

Tabelle 1: Teilausschluss von Einsatzdatensätzen

In der größten Ausschlussgruppe waren 42 Anrufer nicht in der Lage, eine CPR durchzuführen, da es für sie aus körperlichen oder psychischen (hier war das Stresslevel so hoch, dass der Anrufer für die Anweisungen durch den Disponenten nicht mehr zugänglich war) Gründen, wegen Verständigungsproblemen oder Problemen mit der Sprache nicht möglich war. Von diesen 42 war es 18 Anrufern rein aus körperlichen Gründen nicht möglich, weiter zu helfen, da sie entweder zu schwach oder der Patient zu schwer war oder aber der Patient sich in einer problematischen körperlichen Position befand, aus der der Anrufer den Patienten aus eigener Kraft nicht heraus bewegen konnte.

29 Anrufer lehnten bei dem Angebot des Leitstellendisponenten zur telefonischen Anleitung der Reanimation die Wiederbelebensmaßnahmen aktiv ab. Gründe hierfür waren ein Nichtwollen des Anrufers, bekannte Patientenverfügungen, bekannter Patientenwille oder entsprechende Vorerkrankungen, wie ein Carcinom im Endstadium.

Bei 18 Anrufen konnte der Algorithmus nicht adäquat durchgeführt werden und wurde deshalb abgebrochen, da es zu technischen Problem während des Anrufs kam; diese äußerten sich meistens in einem Netzausbruch, wenn über ein Handy angerufen wurde, oder wenn der Anrufende in einem weiter entfernten Raum durch ein stationäres Telefon nicht zum Patienten kam.

Bei elf Patienten stellte der Disponent zusammen mit dem Anrufer im Verlauf sichere Todeszeichen – vor allem eine Leichenstarre – fest, so dass der Algorithmus wieder beendet wurde.

Bei fünf Datensätzen wurde der Klickalgorithmus unter Vermutung einer bevorstehenden CPR geöffnet, jedoch war in diesen Fällen der Anrufer nicht am Patienten, sondern zum Beispiel im Nachbarhaus oder in einer anderen Stadt.

Anzahl	Grund des Ausschlusses
24	Keine Identifikationsmerkmale im Protokoll angegeben (zudem keine Zeiten zu Bewusstseinskontrolle, Atemkontrolle und CPR)
14	CPR wird bereits professionell durchgeführt
3	Keine Kinder-CPR installiert (ohne Algorithmus angeleitet)
41	Gesamt

Tabelle 2: Ausschluss von Einsatzdatensätzen

In 24 Fällen konnte kein Matching erfolgen, da keine Identifikationsmerkmale, wie die Einsatznummer, die Patientenummer oder die Fahrzeugnummer eingetragen waren. Zudem waren keine Zeiten zu Bewusstseinskontrolle, Atemkontrolle oder CPR-Start hinterlegt, was bedeutet, dass die jeweiligen Abschnitte des Algorithmus nicht erreicht wurden und der Algorithmus vorher abgebrochen wurde. Dadurch ist mit großer Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass in diesen Fällen keine CPR stattgefunden hat oder das Programm nur zu Übungszwecken geöffnet wurde.

In 14 Fällen wurde lediglich ein Rettungsmittel zum Einsatzort alarmiert, aber keine telefonische Anleitung der Reanimation durchgeführt, da der Anrufende versicherte, die Reanimation zu beherrschen oder bereits professionell durchzuführen; meist handelte es sich hier um Anrufe aus dem Altenheim durch eine Pflegekraft.

Da in der Version 1.1 kein Algorithmus für die Kinderreanimation integriert ist, wurden drei Einsatzdatensätze ausgeschlossen, bei denen zwar laut Freitextkommentar des Disponenten eine Kinder-T-CPR stattgefunden habe, diese aber nicht über den Algorithmus, sondern frei angeleitet wurde und somit die Programmdateien nicht nachvollzogen werden konnte.

Da in den Datensätzen jeweils nur die festen Programmparameter Algorithmusversion, Rettungsdienstbereich, Einsatz-ID, Datum, Startuhrzeit, Enduhrzeit und die Uhrzeiten der jeweiligen Folienklicks vermerkt werden, kann an dieser Stelle keine exakte Aussage zu demographischen Daten der Patienten gemacht werden. Auch zum Geschlecht der Patienten wird hier keine Aussage getroffen, da man nur aus den Freitextkommentaren mancher Disponenten darauf schließen könnte, was aber eine vage Vermutung darstellen würde.

Den fehlenden geschlechtsspezifischen Daten geschuldet, wird im Folgenden für den Anrufer, den Disponenten und den Patienten die männliche Form verwendet, wobei selbstredend alle Geschlechter mit einbezogen sind.

4.2. Zeitintervalle

4.2.1. Übersicht

Im Folgenden werden sämtliche Zeiten genauer beschrieben, über welche die Tabellen 3 und 4 einen ersten Überblick geben. Tabelle 3 zeigt unter anderem, dass mit der Zeit der ersten Thoraxkompression bei 03:26 Minuten die erforderte Zeit von unter 4 Minuten eingehalten wurde.

Intervall	Median	Range (Min-Max)	Standardabweichung
Gesamtzeitintervall des Algorithmus	08:27	02:44 – 52:35	06:37
Patient sicher bewusstlos	00:15	00:02 – 04:17	00:44
Beginn der Atemkontrolle	01:08	00:11 – 10:23	01:21
Dauer der Atemkontrolle (T-CPR)	00:59	00:01 – 03:59	00:45
Dauer der Atemkontrolle (keine T-CPR)	01:01	00:12 – 02:27	00:40
Beginn der CPR-Anleitung	02:18	00:14 – 12:02	01:32
Dauer der CPR-Anleitung	00:56	00:02 – 13:04	01:30
Erste Thoraxkompression	03:26	00:12 – 14:36	02:01
Erste Thoraxkompression bis Eintreffen des Rettungsdienstes	04:48	00:01 – 45:52	06:26

Tabelle 3: Zeiten aller Einzelintervalle

Tabelle 4 zeigt zudem die Auswertung der einzelnen Rettungsdienstbereiche zum Vergleich untereinander und in Bezug auf die Zeit der Atemkontrolle und das Zeitintervall bis zur ersten Thoraxkompression; verdeutlicht wird diese Auswertung in der Hypothese „Trainingseffekt“.

RDB	Anzahl an T-CPRs	Median Atemkontrolle min:sek	Fallzahl	Median Thoraxkompression min:sek
1	09	-	04	03:43
2	17	00:58	15	04:17
3	26	01:35	05	03:37
4	03	-	00	(zu geringe Fallzahl)
5	62	00:57	56	03:19
6	12	01:02	11	03:24
7	01	-	00	(zu geringe Fallzahl)
8	05	-	04	02:55
gesamt	135	00:59	96	03:26

Tabelle 4: Zeiten der einzelnen RDBs

4.2.2. Deskriptive Zeitauswertung

4.2.2.1. Gesamtzeitintervall des Algorithmus

Die Gesamtzeit liegt bei den 135 ausgewerteten Einsätzen im Median bei 08:27min (02:44 – 52:35), was sich auch in der Verteilung der verschiedenen Gesamtzeiten auf die Einsatzzahlen im Histogramm zeigt (Abbildung 1). Die drei angezeigten Ausreißer werden bei der entsprechenden Zeit (siehe 4.2.4.3.) genauer beschrieben.

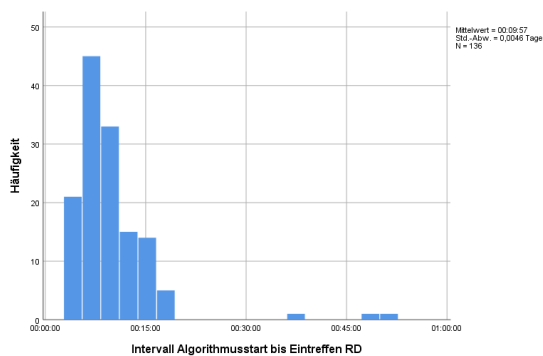


Abbildung 1: Verteilung der Gesamtzeiten (T-CPR)

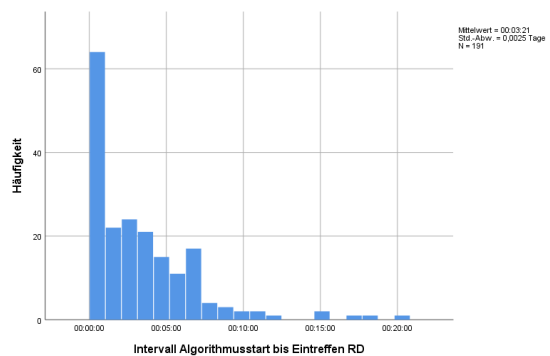


Abbildung 2: Verteilung der Gesamtzeiten (keine T-CPR)

Im Vergleich dazu liegt die Gesamtzeit aller Einsätze ohne stattgehabte T-CPR (Abbildung 2) im Median bei 02:44min (00:00 – 20:12).

4.2.2.2. Patient sicher bewusstlos

Bei den 135 ausgewerteten Einsätzen wurde die Bewusstlosigkeit im Median in 00:15min (00:02–04:17, Abbildung 3) festgestellt. Wie in 4.3. beschrieben, wurde in 25% der T-CPR Einsätze der Quereinstieg „bewusstloser Patient“ genutzt, was das kurze Zeitintervall bis zu diesem Punkt erklärt.

Bei drei der Einsätze gab es an dieser Stelle zeitliche Ausreißer nach oben (01:14, 02:27, 04:17), welche sich dadurch erklären lassen, dass alle drei deutlich längere Zeit auf der Folie 2 brauchten. Auf Folie 2 liest der Disponent folgenden Text vor: „Bitte legen Sie nicht auf – Hilfe ist mit Blaulicht unterwegs zu Ihnen! Können Sie noch jemanden zur Hilfe holen?“.

Aus den Freitextkommentaren des Disponenten ist weiterhin zu entnehmen, dass es zu Anfang Probleme mit der Freisprecheinrichtung des Telefons gab und der Patient nur mit Schwierigkeiten bewegt werden konnte.

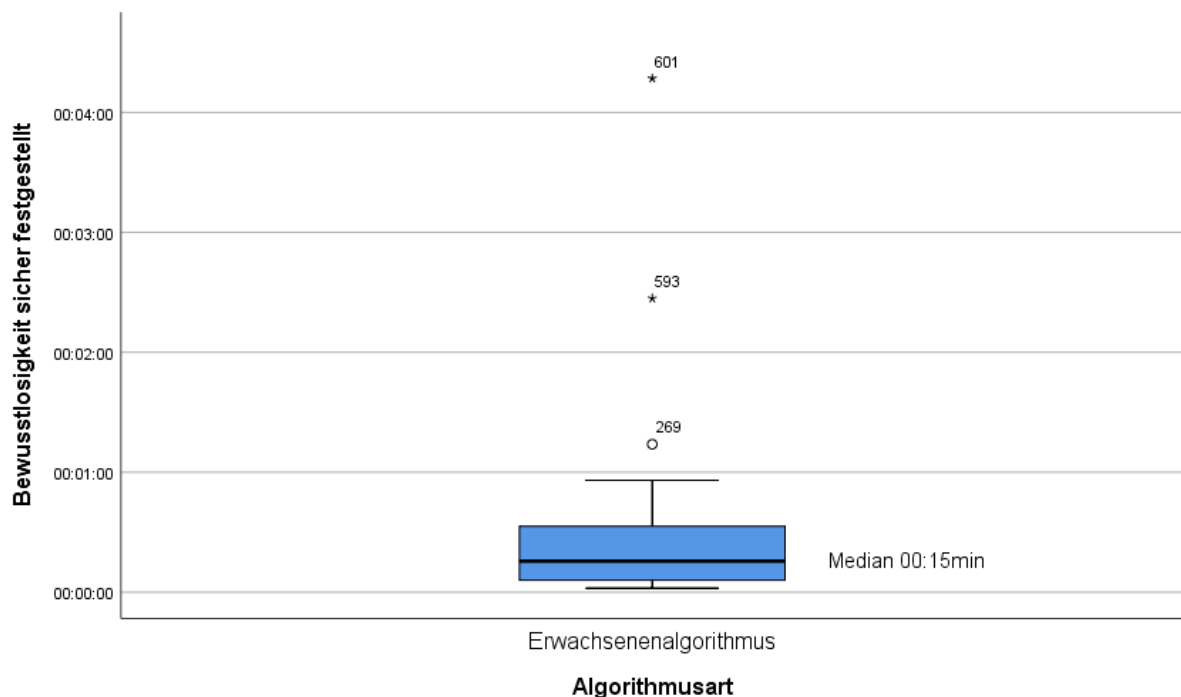


Abbildung 3: Patient sicher bewusstlos

4.2.2.3. Beginn der Atemkontrolle

Im Median begann bei den 135 ausgewerteten Einsätzen die Atemkontrolle 01:08min (00:11 – 10:23, Abbildung 4) nach Beginn des Algorithmus; hierbei ist auch das vorhergehende Intervall mit inbegriffen.

An diesem Punkt kam es bei fünf der Einsätze zu zeitlichen Ausreißern nach oben (03:49, 04:11, 04:20, 06:58, 10:23). Die Ausreißer benötigen mehr Zeit, um die Frage nach dem Eigenschutz zu klären (Folie 3) sowie auf Folie 8 „Patient sicher bewusstlos“. Weiterhin wurde auf Folie 10 mit der Frage „Liegt er/sie auf dem Rücken?“ mehr Zeit benötigt.

Im Freitextkommentar werden wie zuvor Probleme mit der Freisprecheinrichtung und mit dem Bewegen des Patienten beschrieben.

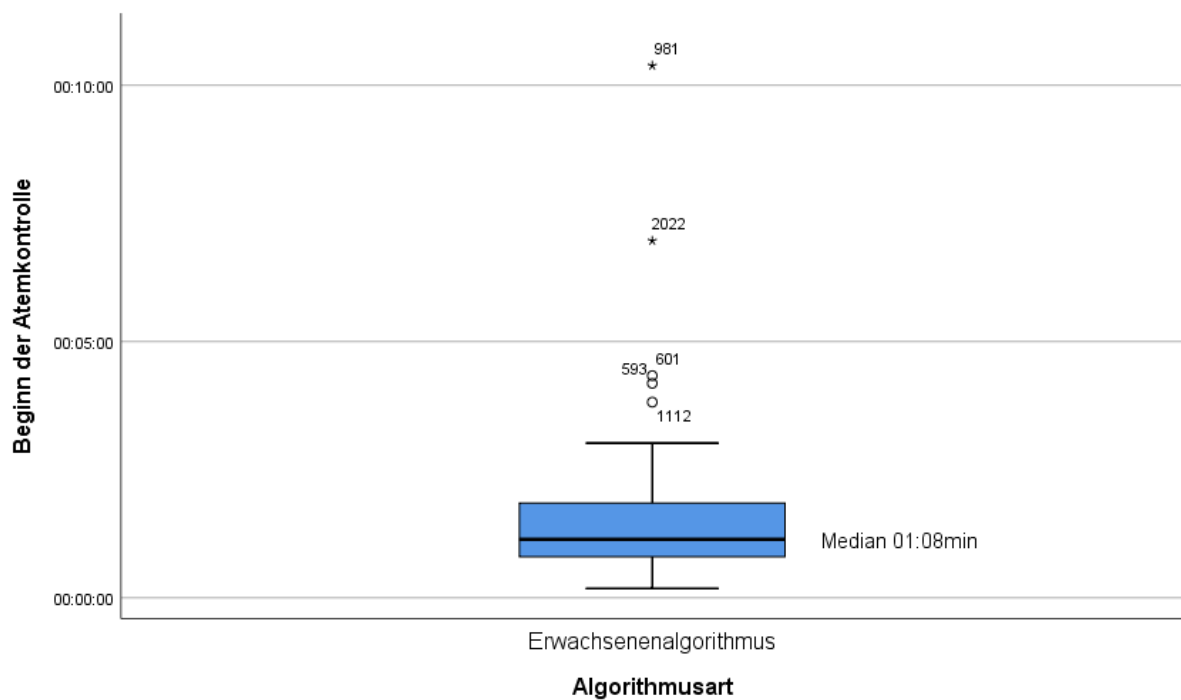


Abbildung 4: Beginn der Atemkontrolle

4.2.2.4. Beginn der CPR-Anleitung

Der Beginn der CPR-Anleitung liegt im Median der 135 ausgewerteten Einsätze bei 02:18min (00:14 – 12:02, Abbildung 5).

Die Ausreißergründe sind hier vor allem auf den Folien 11 und 12 (Beschreibung der Positionierung des Anrufers am Patienten) zu finden. So gibt es insgesamt drei Ausreißer (06:08, 07:08, 12:02).

Im Freitextkommentar werden außerdem Probleme bei der Positionierung des Patienten in Rückenlage beschrieben, was eine zeitliche Verzögerung erklärt.

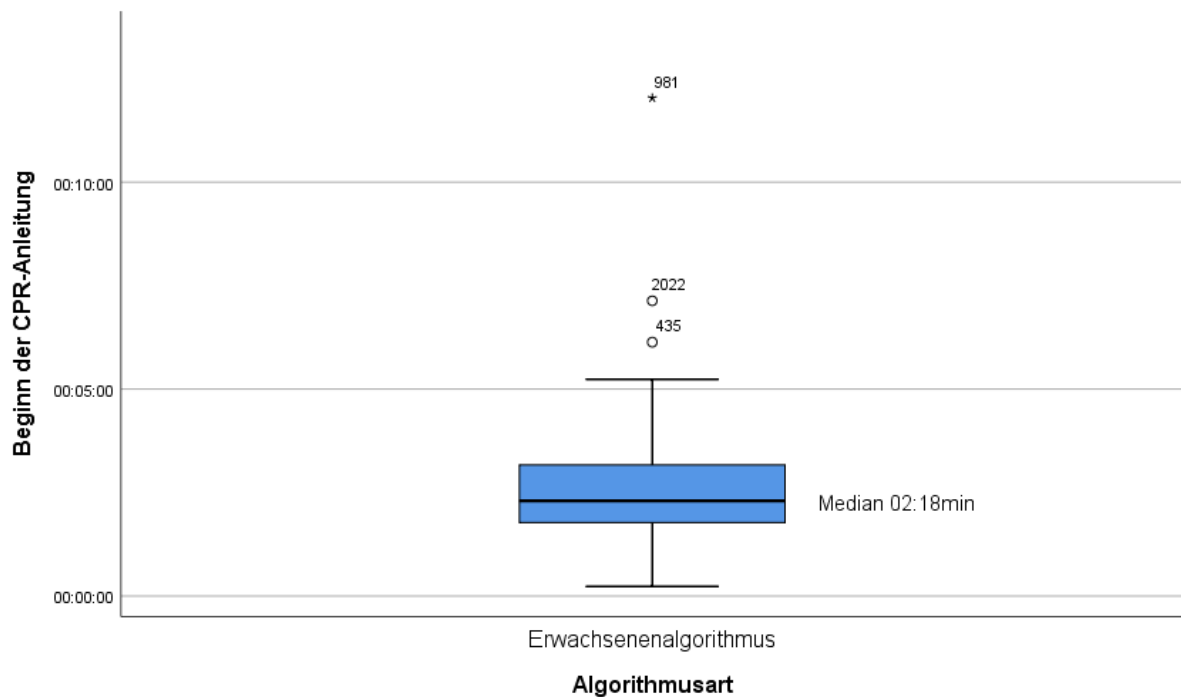


Abbildung 5: Beginn der CPR-Anleitung

4.2.2.5. Dauer der CPR-Anleitung

Im Median wurde für dieses Intervall eine Zeit von 00:56 min (00:02 – 13:04, Abbildung 6) benötigt.

Die sechs Ausreißer (02:35, 03:16, 03:18, 03:47, 07:30, 13:04) benötigten vor allem mehr Zeit auf den Folien 19 „Ich sage Ihnen gleich, wie Sie eine Herzdruckmassage durchführen können. Können Sie noch jemanden zu sich rufen, der Sie unterstützt – ohne weg zu gehen?“ und 24 „Legen Sie einen Handballen Ihrer Hand auf die Mitte des knöchernen Brustkorbs vom Patienten, also auf die untere Hälfte des Brustbeins – das ist deutlich oberhalb der Magengrube. Legen Sie den Handballen Ihrer zweiten Hand auf den Handrücken Ihrer ersten Hand.“ Weiterhin wurde länger auf den Folien 21 „Legen Sie den Patienten nach Möglichkeit auf den Fußboden, so dass er/sie auf dem Rücken liegt. Ist dort genug Platz?“, 22 „Knien Sie sich seitlich neben den Brustkorb des Patienten, so dass Ihre Knie nebeneinander in Höhe der Brust sind.“ und 23 „Machen Sie den Oberkörper des Patienten frei!“ verweilt.

Aus den Freitextkommentaren ist zu entnehmen, dass ein Patient nicht aus dem Bett zu bewegen war, so dass erst angeleitet werden musste, ein Brett unter den Patienten zu positionieren, um eine ausreichende Stabilität für die Thoraxkompression zu erhalten. Ein weiterer Anrufer ließ sich nur sehr schwierig anleiten, da dieser seine Freundin mit einer Spritze im Arm fand und dadurch psychisch sehr belastet war.

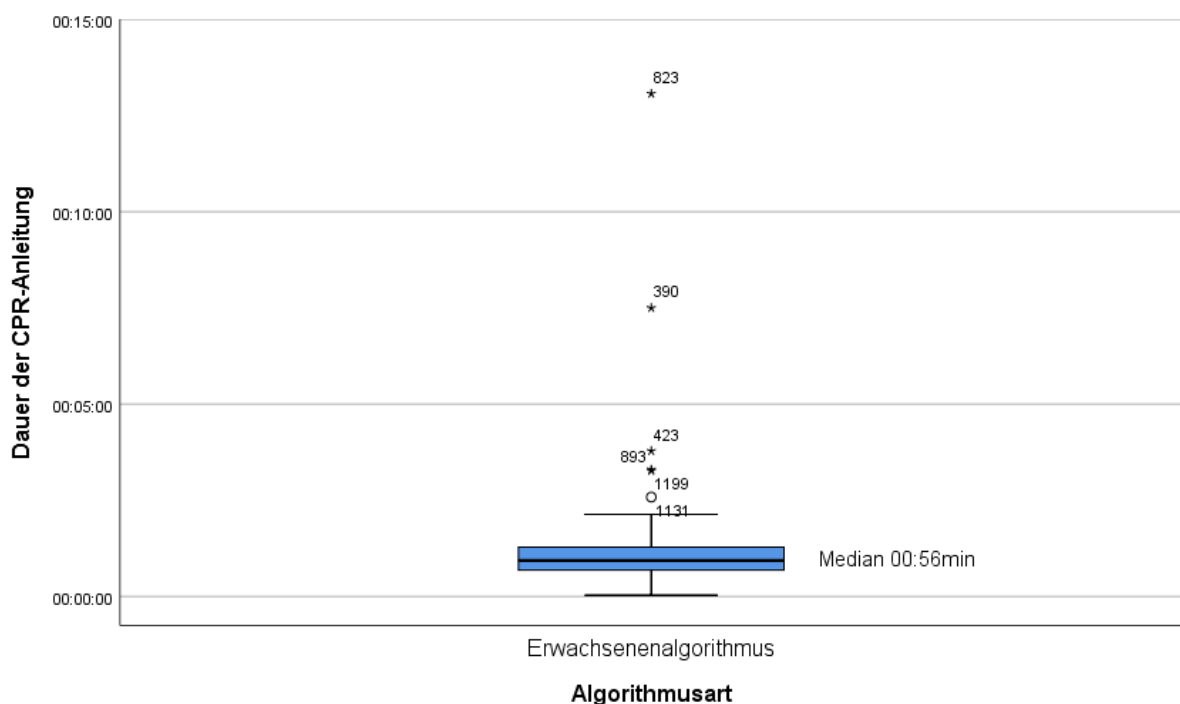


Abbildung 6: Dauer der CPR-Anleitung

4.2.3. Vergleich der verschiedenen Rettungsdienstbereiche

Das Hauptaugenmerk im Vergleich der acht RDBs fällt hierbei auf die Zeit der Atemkontrolle und das Zeitintervall bis zur ersten Thoraxkompression des Patienten (Tabelle 3), da diese auch im Vergleich mit anderen internationalen Studien zum Tragen kommen. Weiterhin bezieht sich diese Auswertung auf die Hypothese „Trainingseffekt“.

4.2.3.1. Dauer der Atemkontrolle im RDB-Vergleich

An diesem Punkt sei darauf hingewiesen, dass nicht bei jeder Nutzung des Algorithmus auch die Atemkontrolle vollumfänglich genutzt und damit durchgeklickt wurde, da jederzeit die Möglichkeit zum Quereinstieg Reanimation besteht. Im Vergleich zwischen den einzelnen Rettungsdienstbereichen in Bezug auf die Zeit der Atemkontrolle besteht im Unterschied zwischen den Gruppen keine Signifikanz ($p=0,370$, $F(6)=1,098$). Bei einem Median von 00:59min generiert sich eine Median-Range der einzelnen Rettungsdienstbereiche von 00:56min – 02:20min (Abbildung 7). Aufgrund nicht angeklickter Folien (Atemkontrolle übersprungen) konnte keine Zeit für den RDB 4 mit einbezogen werden. Da die RDBs 1, 7 und 8 für die Atemkontrolle eine Fallzahl von unter 5 zeigten, wurden diese ebenfalls im Vergleich nicht berücksichtigt. Für den Vergleich im Sinne einer Varianzanalyse wurden hier die Extremwerte (Ausreißer unter 4.2.4.3.) ausgeschlossen.

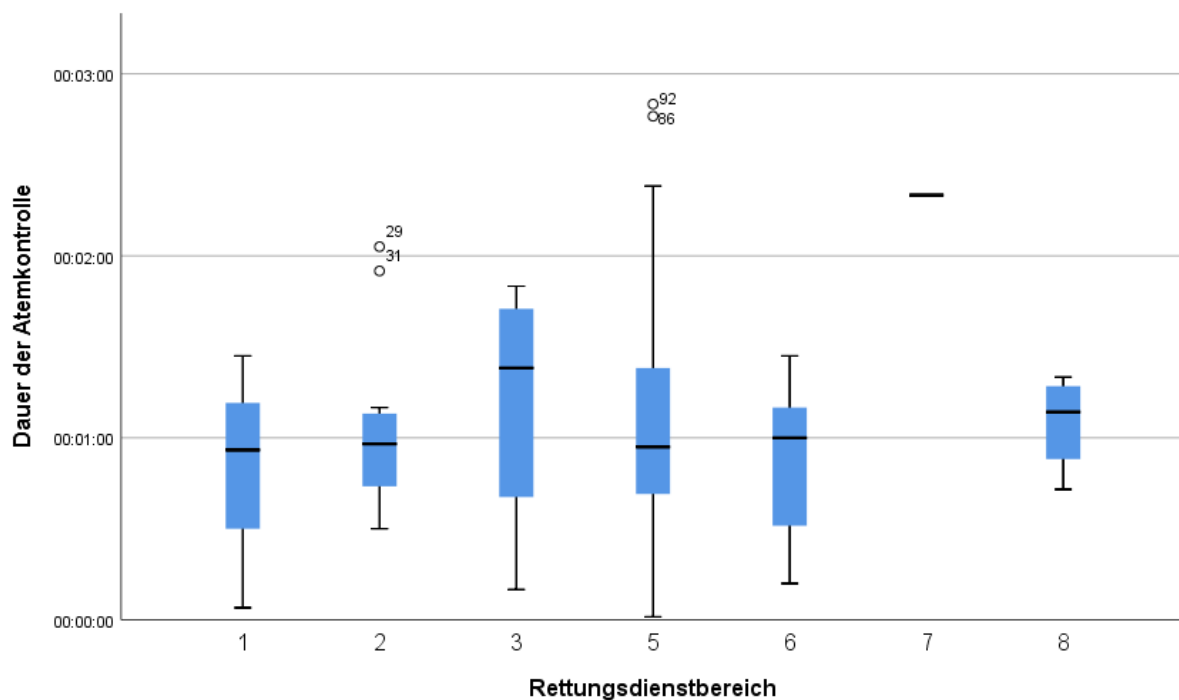


Abbildung 7: Dauer der Atemkontrolle im RDB-Vergleich

4.2.3.2. Erste Thoraxkompression im RDB-Vergleich

Bei einem Median über alle Rettungsdienstbereiche von 03:26min ergibt sich für die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression eine Median-Range über die einzelnen RDBs von 02:54min – 04:17min (Abbildung 8). Für den RDB 3 werden im Freitextkommentar Probleme bei der Patientenpositionierung beschrieben. Auch für den RDB 2 werden diese Probleme beschrieben, wobei der Patient zu Anfang aus einem Bett oder von einem Stuhl herunter auf dem Boden gelagert werden musste. Mit der höchsten Fallzahl von 62 und einem Median von 03:19min liegt der RDB 5 unter dem Gesamtmedian von 03:26min.

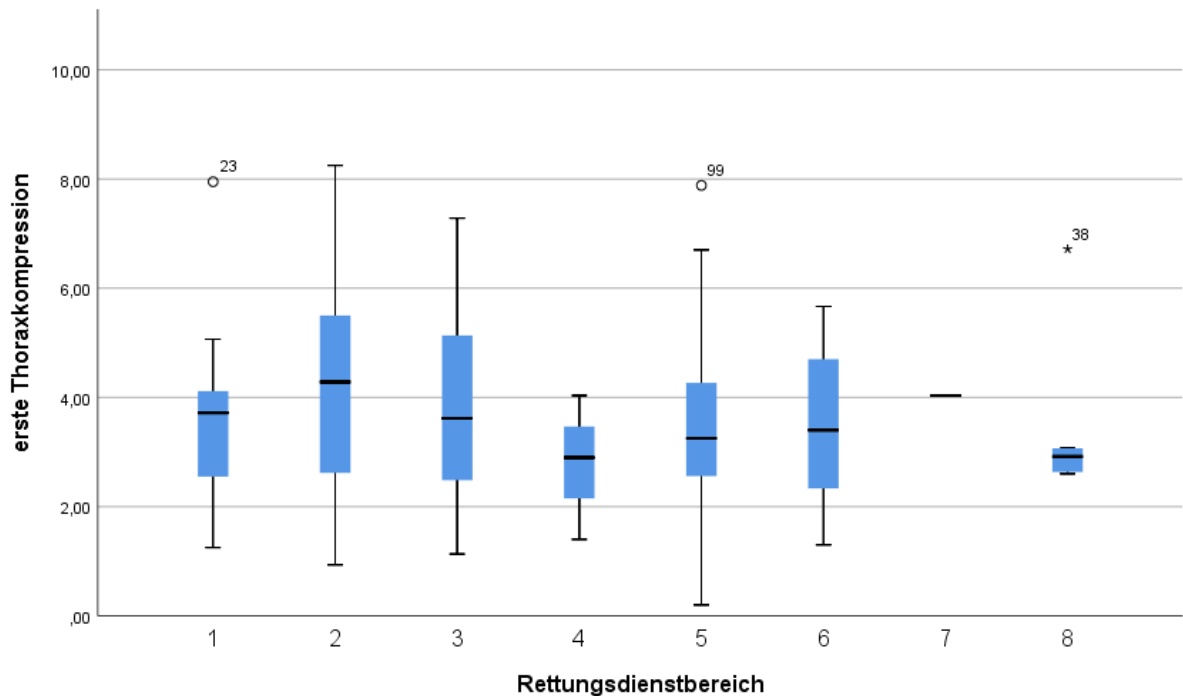


Abbildung 8: Beginn der Thoraxkompression im RDB-Vergleich

4.2.4. Hypothesen zur Zeitauswertung

4.2.4.1. Hypothese „Vergleich der Atemkontrollen“

Das Zeitintervall der Atemkontrolle dauerte im Median der ausgewerteten 135 Einsätze mit stattgehabter T-CPR 00:59min (00:01 – 03:59, Abbildung 9).

Bei dem Zeitintervall der Atemkontrolle gab es sechs Ausreißer (02:46, 02:50, 03:20, 03:20, 03:36, 03:59). Alle Ausreißer benötigten mehr Zeit bei der Beschreibung der Positionierung des Anrufers am Patienten (Folien 11 „Ich muss mit Ihnen noch einmal die Atmung überprüfen: Knien Sie sich mit beiden Knien ganz dicht seitlich neben den knöchernen Brustkorb des Patienten“ und 12 „Legen Sie Ihre Hand auf die Stirn des Patienten und Ihre andere Hand unter das Kinn und heben Sie es an.“) bzw. der Lagerung des Kopfes des Patienten zur Atemkontrolle (Folie 13 „Kippen Sie zusätzlich den Kopf vorsichtig weit nach hinten. Haben Sie das? Halten Sie den Kopf jetzt so fest und gehen Sie mit Ihrem Ohr dicht an die Nase und den Mund, schauen Sie auf die Brust, ob der Patient atmet...“). Teilweise wurden diese Schritte mehrfach erklärt, was sich aus dem mehrfachen Zurückspringen in der Folienabfolge herauslesen lässt.

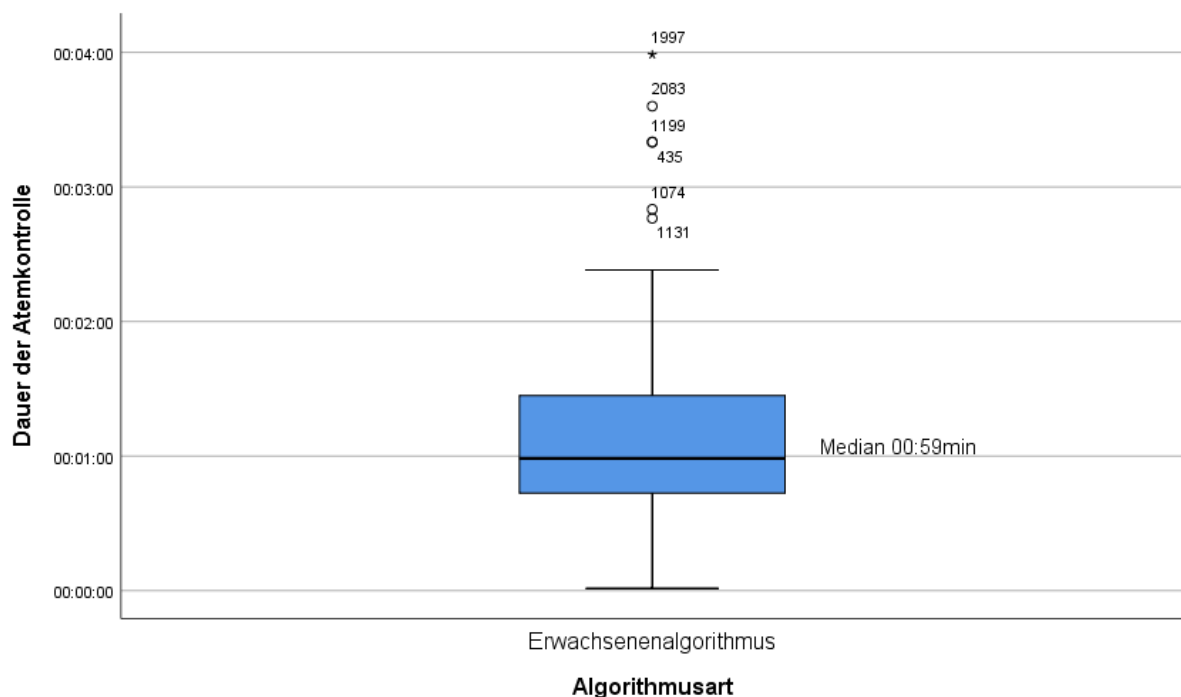


Abbildung 9: Dauer der Atemkontrolle (T-CPR)

In den Freitextkommentaren wurden Probleme mit der Freisprecheinrichtung des Telefons beschrieben. Weiterhin fiel es einem Anrufer schwer, den Kopf des Patienten zu überstrecken, da dieser auf einem erhöhten Gegenstand lag. Schließlich war einer der Anrufer so aufgeregt, dass er die Anweisungen erst nach mehrmaliger Beschreibung umsetzen konnte.

Im Vergleich dazu zeigt der Median der Atemkontrolle bei allen Einsatzdaten ohne durchgeführte T-CPR (150 Fälle) eine um 2 Sekunden längere Dauer von 01:01min (00:12 – 02:27, Abbildung 10) und ist somit nicht signifikant länger ($p=0,478$, $U(107)=0,698$).

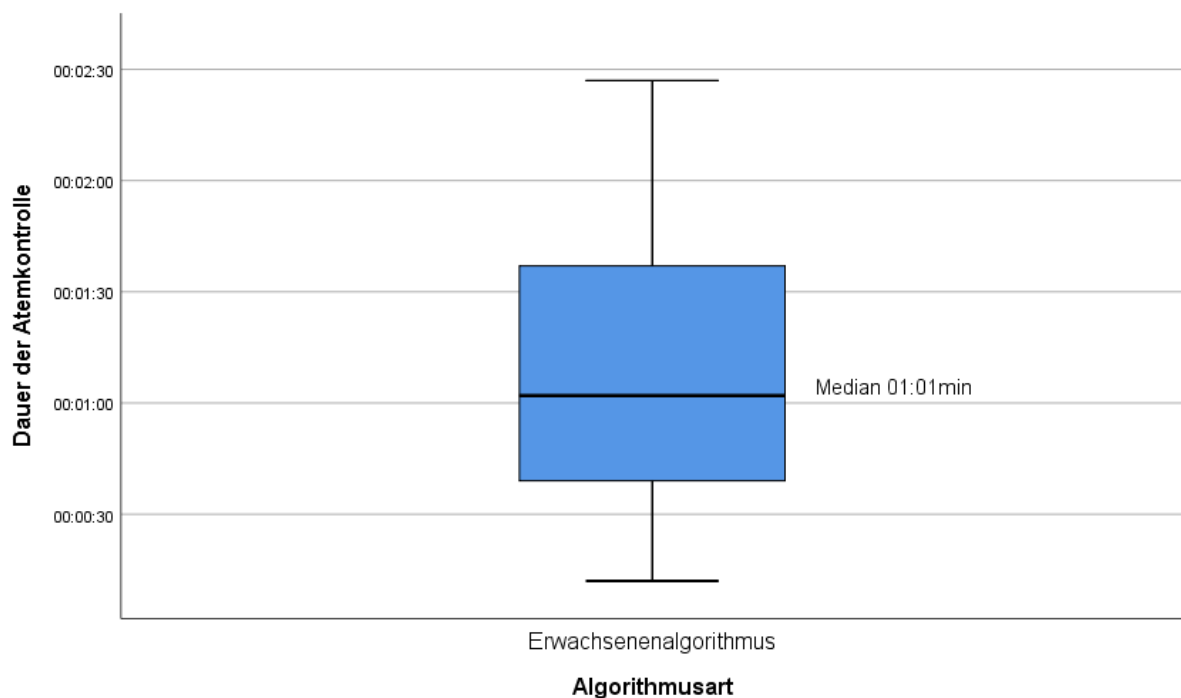


Abbildung 10: Dauer der Atemkontrolle (keine T-CPR)

Somit muss die Hypothese „das Zeitintervall der Atemkontrolle im Vergleich der beiden Gruppen „durchgeführte T-CPR“ und „keine T-CPR“ dauert im Rahmen des Reanimations-Settings länger“ abgelehnt werden.

4.2.4.2. Hypothese „CPR-Beginn“

Die erste Thoraxkompression, eine der Kernzeiten dieser Auswertung, begann bei den ausgewerteten 135 Einsatzdaten im Median bei 03:26min (00:12 – 14:36, Abbildung 11).

Mehr Zeit benötigten die Ausreißer bei der Erklärung zur Überprüfung der Atmung (Folien 11 und 12, siehe 3.2.4.) sowie bei der Erklärung der CPR auf der Folie 24 (siehe 3.2.6.). Die längste Zeit benötigte ein Ausreißer für Folie 19 „Ich sage Ihnen gleich, wie Sie eine Herzdruckmassage durchführen können. Können Sie noch jemanden zu sich rufen, der Sie unterstützt – ohne wegzugehen?“. Somit gibt es hier drei Ausreißer (08:15, 13:04, 14:36).

Wie oben bereits beschrieben, sind aus den Freitextkommentaren vor allem Probleme mit der Positionierung des Patienten in Rückenlage erkenntlich.

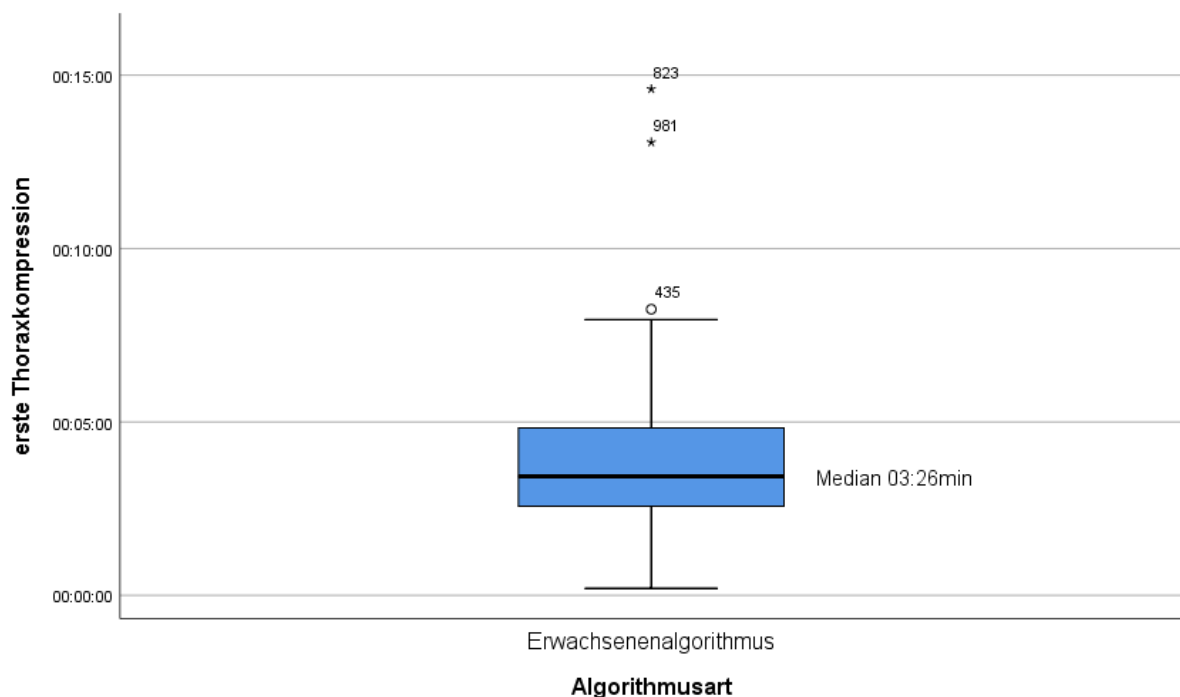


Abbildung 11: Erste Thoraxkompression

Die Hypothese „mit Hilfe des Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1 lässt sich flächendeckend eine Laienreanimation im Zeitfenster von vier Minuten etablieren“ wird somit beibehalten.

4.2.4.3. Hypothese „Patientenbenefit“

Das Zeitintervall „erste Thoraxkompression bis Eintreffen Rettungsdienst“ liegt im Median bei 04:48min (00:01 – 45:52, Abbildung 12), was dem zeitlichen Benefit entspricht, welchen der Patient durch das frühere Starten der CPR vor Eintreffen der professionellen Hilfe erhält. Fünf Ausreißer (16:03, 17:19, 35:37, 42:34, 45:52) ließen sich hier berechnen. Bei allen zeitlichen Ausreißern wurde die Reanimation bereits gestartet, so dass sich die zeitliche Differenz zum Median vor allem aus dem späteren Eintreffen des Rettungsdienstes ergibt.

Im Freitextkommentar wird bei einem Anrufer beschrieben, dass dieser einige Zeit dabei Probleme hatte, den richtigen Rhythmus zur CPR zu finden. Daher begann in diesem Fall die eigentliche Thoraxkompression entsprechend später, was wiederum das hier beschriebene Intervall verkürzt.

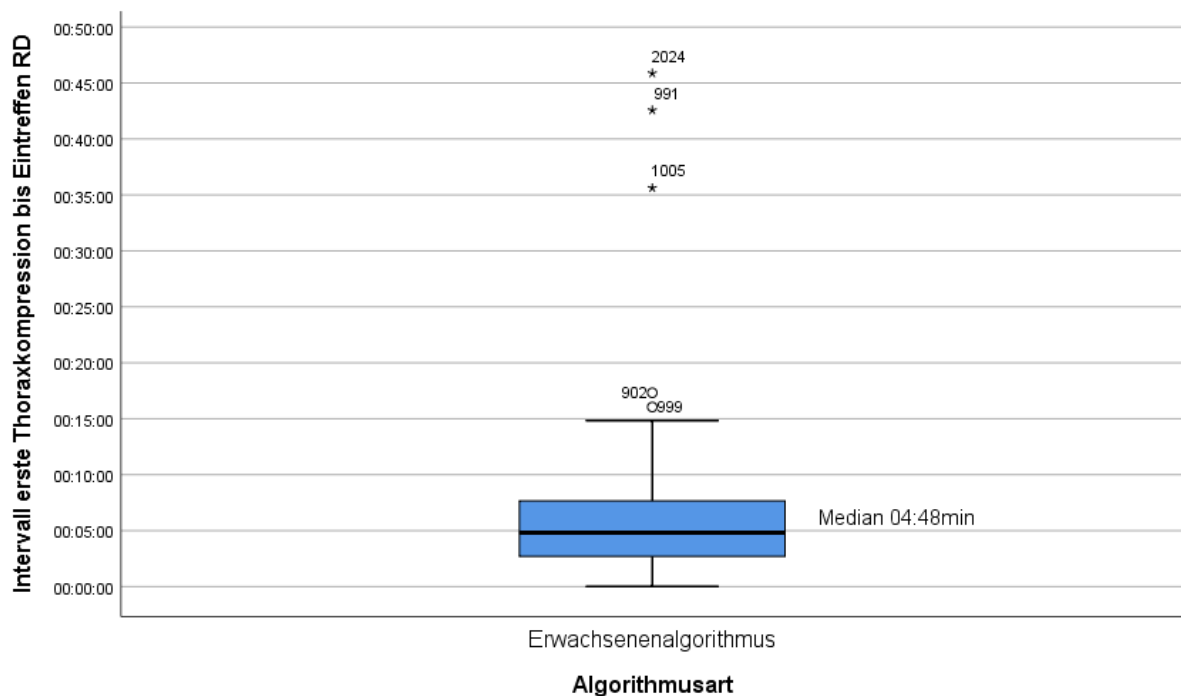


Abbildung 12: Benefit des Patienten

Weiterhin zeigt dieses Intervall die zeitliche Differenz zwischen dem Beginn der Laienreanimation und dem späteren Beginn der professionellen Reanimation nach dem Eintreffen des Rettungsdienstes; anhand dieser beiden Zeiten errechnet sich ein signifikanter Zeitgewinn für den Patienten ($p < 0,001$, $U(-12,194) = 1338,000$); folglich wird die Hypothese „der T-CPR-Beginn durch den angeleiteten Laien verschafft dem Patienten einen signifikanten Zeitgewinn und damit einen erheblichen Benefit im Vergleich zum späteren CPR-Beginn bei Eintreffen des Rettungsdienstes“ beibehalten.

4.2.4.4. Hypothese „Trainingseffekt“

Der zentrale Punkt im Vergleich der acht RDBs ist das Zeitintervall bis zur ersten Thoraxkompression des Patienten (Tabelle 4). Der Unterschied zwischen den einzelnen RDBs ist nicht signifikant ($p=0,984$, $F(7)=0,206$). Bei einem Median über alle Rettungsdienstbereiche von 03:26min ergibt sich für die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression eine Median-Range über die einzelnen RDBs von 02:54min – 04:17min.

Mit der höchsten Fallzahl von 62 und einem Median von 03:19min liegt der RDB 5 unter dem Gesamtmedian von 03:26min, jedoch nicht signifikant, sodass die Hypothese „höhere Zahlen an T-CPRs verkürzen die Durchschnittszeiten bis zur Thoraxkompression im Vergleich der Zeiten und Einsatzzahlen der einzelnen ausgewerteten Rettungsdienstbereiche“ abgelehnt werden muss.

4.3. Folienreihenfolge mit Heatmap

Da dies die erste Version des Klickalgorithmus in der Realanwendung darstellt, ist noch nicht klar, inwieweit die angedachte Reihenfolge auch einer praktischen einsatztauglichen Anwendung entspricht. Deshalb wurde eine Heatmap (Abbildung 13) erstellt, die darstellt, in welcher Reihenfolge der Disponent die Abschnitte durchgeklickt hat. Hierbei ist zu erwarten, dass jeder Einsatz mit der Startseite beginnt und im Verlauf bis zum letzten Abschnitt des Algorithmus geht. Der Disponent hat aber jederzeit die Möglichkeit, diesen Verlauf zu verändern; er kann jederzeit einen Abschnitt zurückgehen, aber auch Quereinstiege nutzen. Vorgesehen sind die Quereinstiege „bewusstloser Patient“, „Atemstillstand“ und „Reanimation“.

Diese Optionen sind eingebaut, um weniger Zeit zu verlieren, falls der Anrufer ein gewisses Vorwissen mitbringt und schon sicher sagen kann, dass der Patient bewusstlos ist oder keine Lebenszeichen mehr zeigt, aber eventuell nicht mehr sicher in den eigentlichen Reanimationsmaßnahmen ist. Farblich markiert ist hier der erwartete Verlauf, bei dem der Disponent die erste bis zur letzten Folie durchklickt (blaue Linie); zudem die Verläufe zum Quereinstieg „bewusstloser Patient“, „Atemstillstand“ und dem Quereinstieg „Reanimation“.

Erwartet wird, dass jeder Algorithmus mit der Folie 1 an erster Stelle startet (135 = Absolutzahl aller durchgeführten T-CPRs), weshalb dieses Feld am dunkelsten gefärbt sein sollte. Bis zur letzten Folie werden die meisten Felder deutlich heller, da durch die Quereinstiege nicht alle Disponenten auf dem gleichen Verlauf bleiben bzw. manche Disponenten auch je nach Bedarf eine Folie zurückgingen, wenn sich ein Sachverhalt als unklar herausstellte.

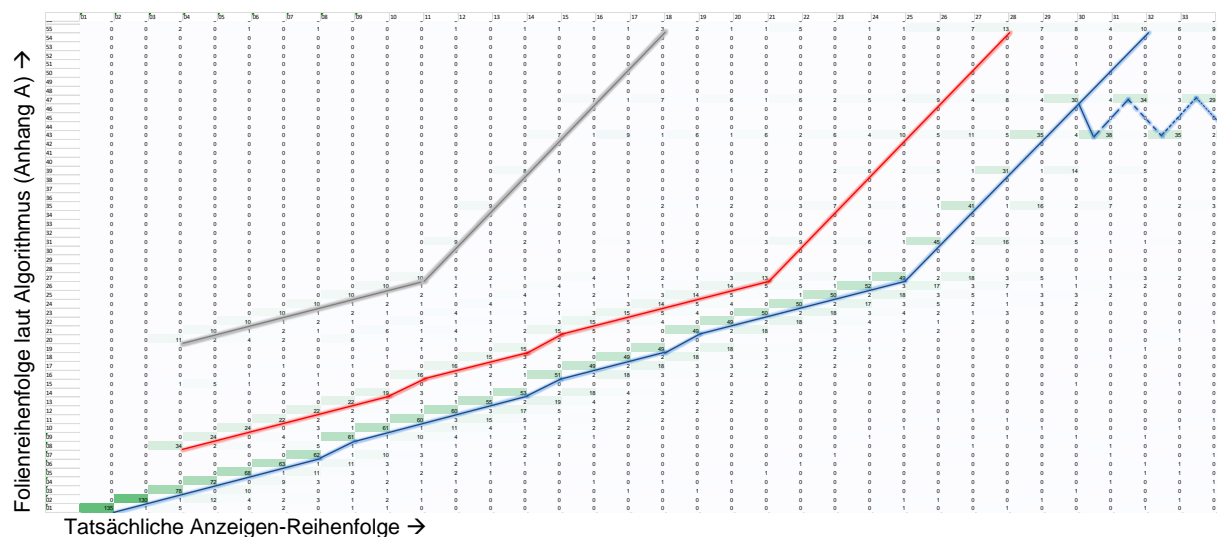


Abbildung 13: Heatmap

In der Heatmap aller durchgeführten T-CPRs starten alle Einsätze (135) automatisch mit Folie 1, welche die Auswahlmöglichkeiten der verschiedenen Algorithmusvarianten bereitstellt („Erwachsen“, „Kinder“ und „Säugling“; in dieser Version ausschließlich „Erwachsen“ hinterlegt). Bereits zur dritten Folie in der tatsächlichen Anzeigen-Reihenfolge lassen sich Sprünge weg von der vorgesehenen Hauptreihenfolge erkennen (die Felder werden heller), was sich unter anderem durch Sprünge zu den Quereinstiegen erklären lässt. So wurde bei 25% (absolut 34) der Einsätze von der ersten Folie nach der Auswahl der Algorithmusvariante direkt zum Quereinstieg „bewusstloser Patient“ (rote Linie) gesprungen, was einen Beginn der Thoraxkompression bei 03:28min (01:18 – 07:57) im Median ergibt.

An gleicher Stelle wurde bei 8% (absolut elf) der Einsätze zum Quereinstieg „Reanimation“ (graue Linie) gesprungen, wodurch die erste Thoraxkompression im Median bei 02:26min (00:12 – 06:43) begonnen wurde.

Bei fünf Einsätzen (3,7%) wurde von der Folie 3 (Eigenschutz) zum Quereinstieg „Atemstillstand“ gesprungen, von dort aber direkt weiter zum Quereinstieg „bewusstloser Patient“ oder wieder zurück auf Folie 3, weshalb diese Teilgruppe graphisch kaum darstellbar ist. Zurückzuführen ist diese Handlungsweise meist auf unklare Angaben des Anrufers, was sich aus den Kommentaren herauslesen lässt.

Weiterhin lassen sich zwölf Sprünge (8,8%) vom Anzeigeplatz 4 wieder auf Folie 3 (Eigenschutz) erkennen – aus den Freitextkommentaren lässt sich zu dieser Konstellation nichts herauslesen.

Schließlich sind acht Sprünge (5,9%) während des Bereiches der Atemkontrolle zu verzeichnen, was auf erneute bzw. wiederholte Erklärungen während dieses Intervalls zurückzuführen ist.

Die einzelnen Linien der Heatmap enden mit dem letzten Abschnitt, welcher gleichzeitig das Ende des Algorithmus darstellt, mit der Frage nach Betreuungsbedarf des Anrufers nach Eintreffen des Rettungsdienstes. Durch einige Einsätze verlängert sich die Linie durch einen Wechsel zwischen zwei Folien (blau gestrichelte Linie), bis es letztlich zur Abschlussfolie geht. Diese beiden Folien beinhalten Anweisungen zur CPR sowie mögliche Motivationstexte, um den Anrufer weiter zu einer qualitativ hochwertigen CPR zu motivieren.

Ergebnis dieser Auswertung über eine Heatmap ist, dass die angedachte Reihenfolge der Folien weitestgehend eingehalten wird und die eingebauten Quereinstiege in einem Drittel der Fälle genutzt werden. Rücksprünge sind vor allem im Bereich des Eigenschutzes und der Erklärung der Atemkontrolle festzustellen.

4.3.1. Hypothese „Quereinstiege“

Bei 25% (absolut 34) der Einsätze wurde gleich zu Beginn des Algorithmus der Quereinstieg „bewusstloser Patient“ genutzt, was für den Beginn mit der Thoraxkompression bei 03:28min (01:18 – 07:57) im Median in dieser Gruppe keinen signifikanten Zeitvorteil bringt ($p=0,249$, $U(-1,154)=1309,000$). Bei 8% (absolut elf) der Einsätze wurde der Quereinstieg „Reanimation“ genutzt, wodurch die erste Thoraxkompression im Median bei 02:26min (00:12 – 06:43) liegt und somit eine Minute schneller ist, als das Gesamtkollektiv der T-CPR Einsätze, allerdings ebenfalls keinen signifikanten Zeitvorteil bringt ($p=0,112$, $U(-1,591)=420,000$).

In beiden Fällen muss daher die Hypothese „die Nutzung der Quereinstiege führt zu einer früheren Thoraxkompression im Vergleich zu Einsätzen ohne Nutzung der Quereinstiege“ abgelehnt werden.

4.4. Fragenanalyse

Die dritte Säule der Einsatzdatenauswertung stützt sich auf den Evaluationsbogen (Anhang B), welchen die Disponenten vor dem Schließen des Algorithmus ausfüllen konnten.

Zusammengefasst beziehen sich die Fragen auf die Themenbereiche Setting vor Ort, Kommunikation mit dem Ersthelfer und Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus, wobei bei einigen Fragen Freitextfelder zur Verfügung stehen, vor allem um kritische Antworten weiter zu erklären und diesen Bereich optimieren zu können. Des Weiteren hat der Disponent die Möglichkeit, am Ende Kommentare im Freitextformat zu ergänzen. Zur Auswertung wurden bei einigen Fragen die möglichen Antworten in Ziffern umformatiert, um so Balkendiagramme erstellen zu können. Dabei entspricht die höchste Ziffer immer der für den Algorithmus bestmöglichen Antwort. Hieraus ergibt sich der dem Diagramm beigefügte Mittelwert (bei Likert-Skalen), welcher eine Vergleichsmöglichkeit zwischen den Antworten der Einsätze ohne und mit T-CPR bieten soll. Da nicht immer alle Fragen beantwortet wurden, schwanken die Absolutzahlen bei manchen Fragen.

4.4.1. Setting vor Ort

Die ersten zwei Fragen zielen auf das Setting vor Ort ab und ermöglichen eine Einschätzung zeitlicher Verzögerungen im Verlauf der T-CPR. Dabei geht es um die Entfernung des Anrufers zum Patienten sowie die Anzahl der Helfer vor Ort.

4.4.1.1. Anrufer am Patienten

Auf die Frage „War der Anrufer am Patienten?“ stehen dem Disponenten die Antwortmöglichkeiten *nein*, *im Verlauf* und *initial ja* zur Verfügung. Auch bei durchgeführten T-CPRs kam es vor, dass der Disponent *nein* angeklickt hat, was sich durch eine oder mehrere anwesende Personen erklären lässt, an die die telefonischen Anweisungen weitergegeben werden konnten – dies ließ sich aus den Freitextkommentaren rekonstruieren. Bei den durchgeführten T-CPRs waren sieben der Anrufer nicht selbst am Patienten, 40 kamen im Verlauf an den Patienten und 88 Anrufer waren von Anfang an am Patienten (Abbildung 14).

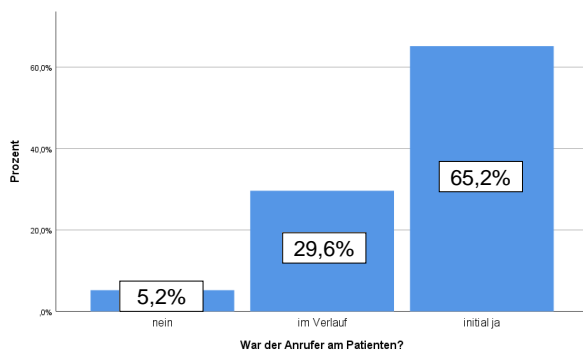


Abbildung 14: durchgeführte T-CPR

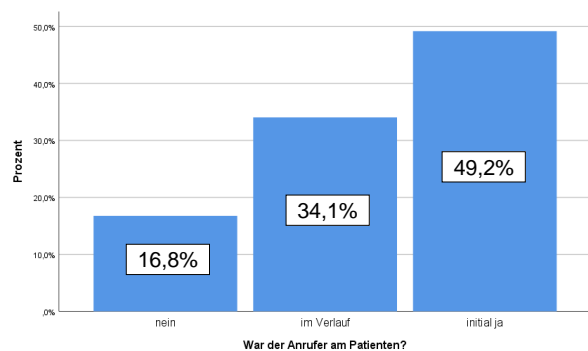


Abbildung 15: keine T-CPR

Im Vergleich dazu waren bei den Einsätzen ohne T-CPR 25 Anrufer nicht selbst am Patienten, 51 kamen im Verlauf an den Patienten und 73 Anrufer waren von Anfang an am Patienten (Abbildung 15), was einen signifikanten Unterschied zeigt ($p=0,001$, $U(320)=10090,550$).

4.4.1.2. Helferzahl

Die Frage „Anzahl der Helfer?“ im Verlauf der T-CPR zielt vor allem auf die Möglichkeit und Durchführung der Helferwechsel während der Reanimation ab, da diese in bestimmten Intervallen wechseln sollten, um eine adäquate Thoraxkompression über eine längere Zeit zu ermöglichen. Geht man nach den aktuellen Leitlinien (36,37), sollte ein Helferwechsel alle zwei Minuten bzw. wenn eine Beatmung durchgeführt wird, immer nach fünf Zyklen stattfinden, um die Qualität von Drucktiefe und Frequenz der Kompressionen aufrecht zu erhalten.

Der Disponent hat hier folgende Antwortmöglichkeiten zur Auswahl: *nur Anrufer*, *weitere Helfer – kein Wechsel*, *weitere Helfer – sporadische Wechsel*, *weitere Helfer – häufige Wechsel*. Bei 54 Einsätzen war lediglich der Anrufer allein vor Ort, bei 43 gab es weitere Helfer ohne Wechsel, bei 15 wechselten die anwesenden Helfer sporadisch durch und bei 22 Einsätzen wechselten die Helfer häufig durch (Abbildung 16).

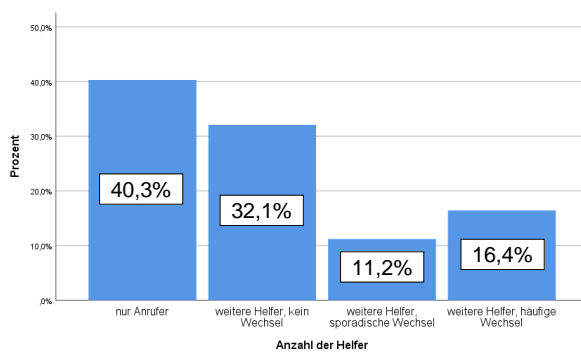


Abbildung 16: durchgeführte T-CPR

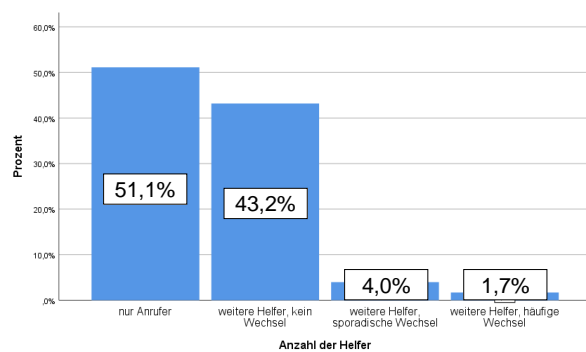


Abbildung 17: keine T-CPR

Im Vergleich dazu waren bei den Einsätzen ohne T-CPR bei 71 Einsätzen lediglich der Anrufer allein vor Ort, bei 60 gab es weitere Helfer ohne Wechsel, bei sechs wechselten die anwesenden Helfer sporadisch durch (z.B. bei der Betreuung des Patienten) und bei zwei Einsätzen wechselten die Helfer häufig durch (Abbildung 17).

4.4.2. Kommunikation mit dem Ersthelfer

Die vier Fragen des zweiten Fragenblocks zielen auf die Kommunikation mit dem Anrufer ab und klären die akustische Verständigung, die Umsetzung der Anweisungen durch den Anrufer, die Aufregung und Kooperation des Anrufers sowie die technische Verständigung. In diesem Block wird zum Vergleich nicht das Gesamtkollektiv der Einsatzdatensätze ohne durchgeführte T-CPR, sondern die Gruppe der nicht reanimationspflichtigen Patienten herangezogen, um eine bessere Vergleichbarkeit der Kommunikation zu erreichen. Weiterhin wird in diesem Block auf die Hypothese „zeitliche Korrelation“ Bezug genommen.

4.4.2.1. Akustische Verständigung

Bei der Frage „Haben Sie den Ersthelfer am Telefon verstanden?“ kann der Disponent antworten mit: *überhaupt nicht* (Ziffer 1), *kaum* (Ziffer 2), *ziemlich gut* (Ziffer 3) und *sehr gut* (Ziffer 4). Diese Frage lässt offen, ob auf die technische Sprachqualität, die sinnhafte Verständigung oder auch auf sprachliche Barrieren abgezielt wird, was sich in den Freitextantworten widerspiegelt. Hierbei gab es keinen Disponenten, der den Anrufer *überhaupt nicht* verstanden hat, weshalb dieser Balken nicht in der Abbildung erscheint (Abbildung 18). Fünf verstanden den Anrufer *kaum*, 68 *ziemlich gut* und 61 verstanden den Ersthelfer am Telefon *sehr gut*. So ergibt sich ein Mittelwert von 3,42.

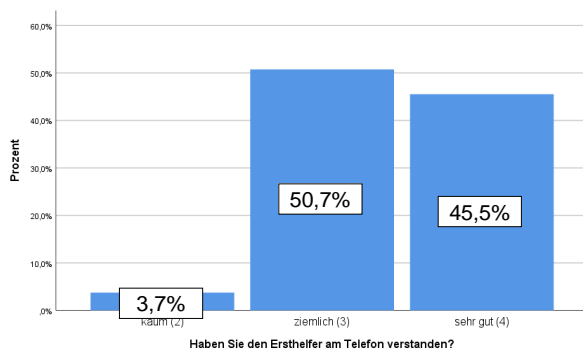


Abbildung 18: durchgeführte T-CPR

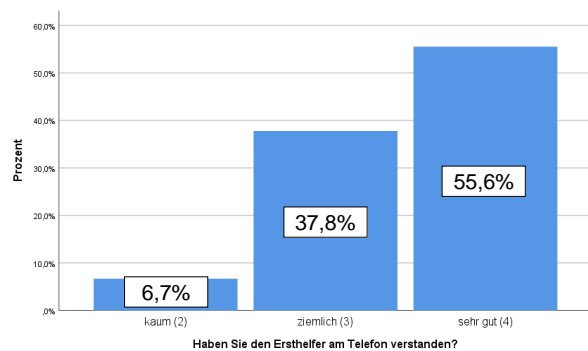


Abbildung 19: nicht reanimationspflichtig

Bei dieser Frage sollen die Disponenten eine kurze Erklärung abgeben, wenn sie mit *überhaupt nicht* oder *kaum* antworten. So gab es für die Antwort *kaum* folgende drei Erklärungen: „schnurloses Telefon, Verbindung ist abgebrochen, es wurde nochmals mit dem Handy angerufen“; „Verbindung war nicht besonders gut“; „Anfänglich gut, dann musste er sich vom drahtgebundenen Telefon entfernen“. Die Kommentare zeigen die unterschiedliche Interpretation der Frage durch die Disponenten: sowohl technische Probleme, als auch das Setting vor Ort beeinflussen die Verständigung mit dem Ersthelfer.

Im Vergleich dazu verstanden drei Disponenten der Einsätze mit nicht reanimationspflichtigen Patienten die Anrufer *kaum*, 17 *ziemlich gut* und 25 *sehr gut* (Abbildung 19), wodurch sich ein Mittelwert von 3,52 und damit kein signifikanter Unterschied der Mittelwerte ergibt ($p=0,420$, $T(157)=-0,808$).

4.4.2.2. Umsetzung

Bei der Frage „Hatten Sie während der T-CPR den Eindruck, dass der Anrufer das umgesetzt hat, was Sie ihm gesagt haben?“ kann der Disponent mit *überhaupt nicht* (Ziffer 1), *kaum* (Ziffer 2), *ziemlich gut* (Ziffer 3) und *sehr gut* (Ziffer 4) antworten. Kein Disponent hatte den Eindruck, dass der Anrufer *überhaupt nicht* das umsetzt, was ihm gesagt wurde. Weiterhin antworteten sechs Disponenten mit *kaum*, 82 mit *ziemlich gut* und 45 mit *sehr gut*, was einen Mittelwert von 3,29 ergibt (Abbildung 20).

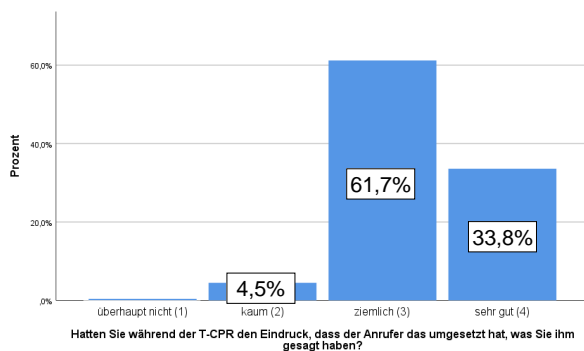


Abbildung 20: durchgeführte T-CPR

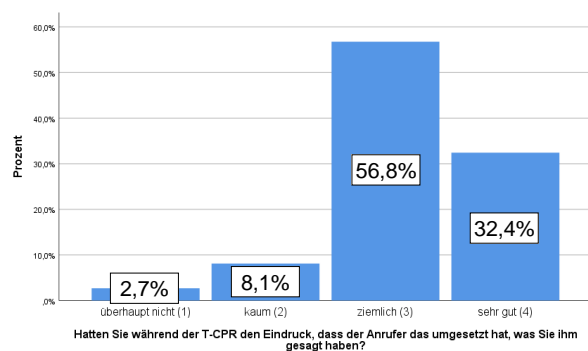


Abbildung 21: nicht reanimationspflichtig

Für die *kaum*-Antworten gab es folgende vier Erklärungen: „Ehefrau des Patienten war im psychischen Ausnahmezustand“; „Angehörige war überfordert“; „Anrufer war sehr aufgeregt und ließ sich nur bedingt anleiten, der Anrufer hatte Schwierigkeiten, das umzusetzen, was ihm gesagt wurde“; „erst auf bestimmteren Tonfall hörten die Angehörigen auf mich“.

Im Kollektiv der nicht reanimationspflichtigen Einsätze antwortete ein Disponent mit *überhaupt nicht*, drei Disponenten mit *kaum*, 21 mit *ziemlich gut* und zwölf mit *sehr gut* (Abbildung 21), was einen Mittelwert von 3,19 und somit keinen signifikanten Unterschied zum Kollektiv der Einsätze mit durchgeführter T-CPR ergibt ($p=0,339$, $T(168)=0,959$).

4.4.2.3. Aufregung und Kooperation

Um die Aufregung und Kooperation des Anrufers zu beurteilen, wird bei der Frage “Wie war die Kommunikation mit dem Anrufer während des Gesprächs?” der ECCS (Emotional Content and Cooperation Score) angewendet; dadurch hat der Disponent folgende Antwortmöglichkeiten: *unkontrollierbar hysterisch* (Ziffer 1), *unkooperativ, hört nicht zu* (Ziffer 2), *aufgeregt, aber kooperativ* (Ziffer 3), *ängstlich, aber kooperativ* (Ziffer 4) und *normal* (Ziffer 5). Keiner der Disponenten empfand einen Anrufer als *unkontrollierbar hysterisch* oder als *unkooperativ und nicht zuhörend*. Weiterhin wurde 64-mal *aufgeregt, aber kooperativ* geantwortet, 26-mal *ängstlich, aber kooperativ* und 43-mal *normal* (Abbildung 22), was einen Mittelwert von 3,84 ergibt.

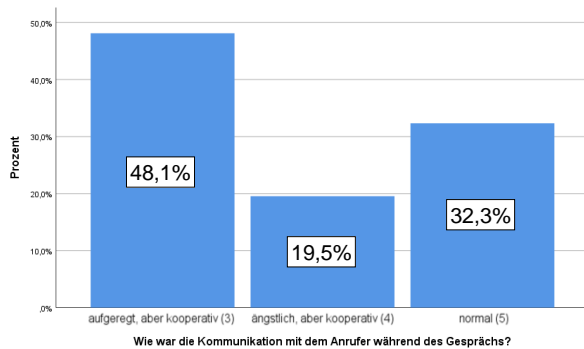


Abbildung 22: durchgeführte T-CPR

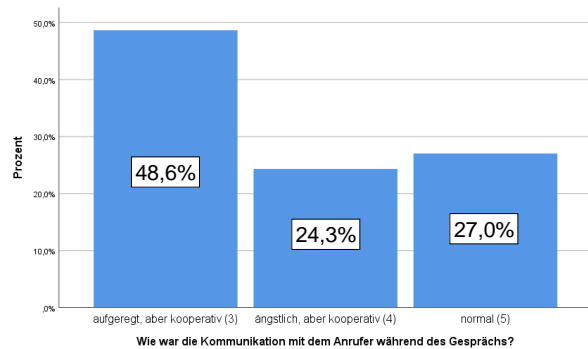


Abbildung 23: nicht reanimationspflichtig

Sieht man sich die Einsätze ohne reanimationspflichtige Patienten an, bei denen 18 Disponenten mit *aufgeregt, aber kooperativ*, neun mit *ängstlich, aber kooperativ* und zehn Disponenten mit *normal* antworteten (Abbildung 23), ergibt sich kein signifikanter Unterschied zum Mittelwert 3,78 ($p=0,722$, $T(168)=0,357$).

4.4.2.4. Technische Verständigung

Die Frage „Wie war die Qualität der Kommunikation aus technischer Sicht?“ soll abklären, inwieweit die heutigen technischen Mittel mit Festnetztelefon, Handy und entsprechender Netz-anbindung eine durchgängige Verständigung und damit eine lückenlose Anleitung zur T-CPR ermöglichen. Der Disponent kann hier mit *nicht sinnvoll möglich* (Ziffer 1), *schlecht* (Ziffer 2) und *gut bzw. unproblematisch* (Ziffer 3) antworten. *Nicht sinnvoll möglich* war die Kommunikation in keinem der Fälle, weshalb dieser Balken nicht im Diagramm erscheint. *Schlecht* in 15 Fällen und in der überwiegenden Anzahl, nämlich in 119 Fällen, war die Kommunikation *gut bzw. unproblematisch* (Abbildung 24). Somit ergibt sich ein Mittelwert von 2,89.

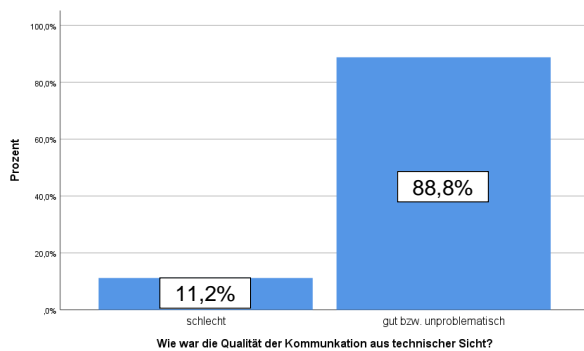


Abbildung 24: durchgeführte T-CPR

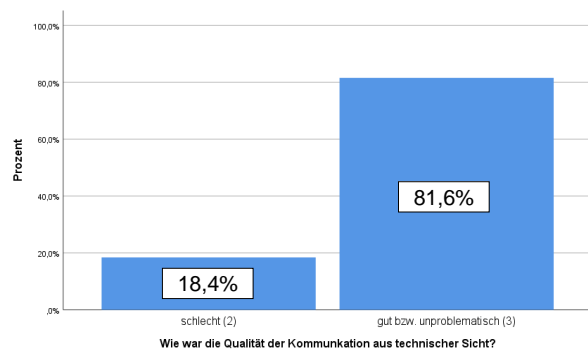


Abbildung 25: nicht reanimationspflichtig

Die Antwort *schlecht* wurde mit folgenden Erklärungen begründet: „schlechte/keine/abgebrochene Telefonverbindung“ (fünf Mal genannt); „Anrufer kannte sich nicht mit der Freisprech-einrichtung des Telefons aus, daher wurden die Anweisungen durch das Leitstellenpersonal am Telefon an zwei anwesende Personen wortwörtlich weitergegeben“; „kein Schnurlostele-phon/kein Lautsprecher möglich“; „CPR-Bild mit der Maus reagiert verzögert“.

Im Vergleich hierzu finden sich bei Betrachtung der Einsätze ohne reanimationspflichtige Pa-tienten die Antworten: sieben-mal *schlecht* sowie 31-mal *gut bzw. unproblematisch* (Abbildung 25), wodurch der Mittelwert mit 2,82 keinen signifikanten Unterschied ergibt ($p=0,242$, $T(170)=1,175$).

4.4.3. Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus

Die Fragen 7, 8 und 9 sollen als abschließender Fragenblock die Anwenderfreundlichkeit und die Auswirkungen des Klickalgorithmus auf die Leitstellenarbeit beurteilen.

4.4.3.1. Technische Anwendung

Bei der ersten Frage „Wie empfanden Sie die technische Anwenderfreundlichkeit des T-CPR Algorithmus?“ kann der Disponent die technische Anwenderfreundlichkeit mit den Antwortmöglichkeiten *überhaupt nicht* (Ziffer 1), *kaum* (Ziffer 2), *ziemlich gut* (Ziffer 3) und *sehr gut* (Ziffer 4) beurteilen. So wurde die Antwort *überhaupt nicht* vier-mal gegeben, Antwort *kaum* 13-mal, Antwort *ziemlich gut* 84-mal und Antwort *sehr gut* 32-mal (Abbildung 26). Es ergibt sich somit ein Mittelwert von 3,08.

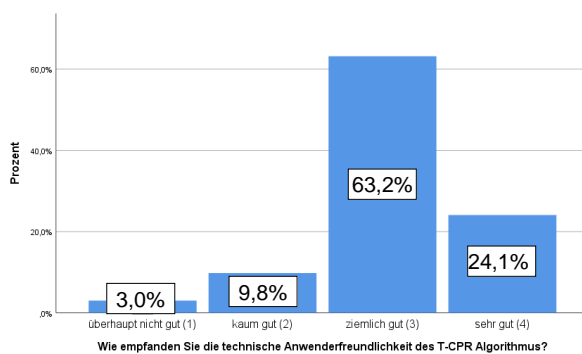


Abbildung 26: durchgeführte T-CPR

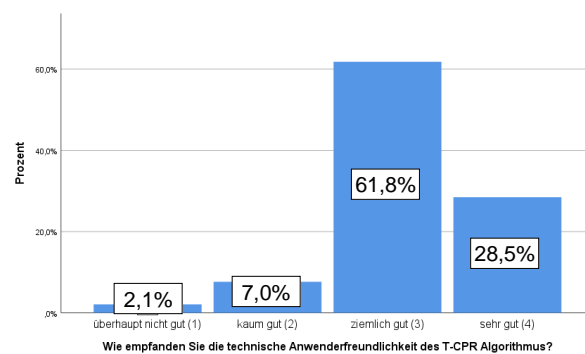


Abbildung 27: keine T-CPR

Auch bei dieser Frage sollten die Disponenten kritische Antworten erklären. Folgende Erklärungen gab es für die Antwort *überhaupt nicht*: „zu viele Seiten und unübersichtlich, viele Verzweigungen Ja/Nein“; „Programm abgestürzt“; „zu viel zum Klicken“. Weiterhin wurden für die Antwort *kaum gut* folgende Erklärungen abgegeben: „komplizierte/unübersichtliche Bedienung mit zu vielen Textbausteinen“ (mehrfach genannt); „nur bedingt zielgerichtet“; „umständliches Anklicken“; „lange Phase bis zur Folie der Thoraxkompression“.

Im Vergleich mit den Einsätzen ohne T-CPR zeigt sich mit einem Mittelwert von 3,17 kein signifikanter Unterschied ($p=0,292$, $T(275)=1,056$) bei folgenden Antworten: zwei-mal *überhaupt nicht*, acht-mal *kaum gut*, 70-mal *ziemlich gut* sowie 32-mal *sehr gut* (Abbildung 27).

4.4.3.2. Inhaltliche Anwendung

Bei der Frage „Wie empfanden Sie die inhaltliche Anwenderfreundlichkeit des T-CPR Algorithmus?“ können die Disponenten mit *überhaupt nicht* (Ziffer 1), *kaum* (Ziffer 2), *ziemlich gut* (Ziffer 3) und *sehr gut* (Ziffer 4) antworten. Es ergibt sich hier ein Mittelwert von 3,12 mit 90-mal der Antwort *ziemlich gut* und 32-mal der Antwort *sehr gut*. Weiterhin wurde fünf-mal mit *überhaupt nicht* und sechs-mal mit *kaum* geantwortet (Abbildung 28).

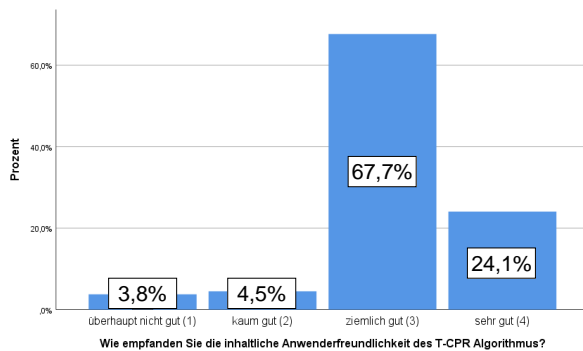


Abbildung 28: durchgeführte T-CPR

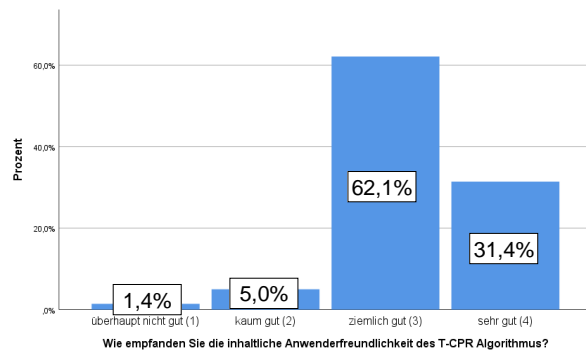


Abbildung 29: keine T-CPR

Die Erklärungen der Disponenten bei der Antwort *überhaupt nicht* waren: „Telefon (Festnetz) befand sich im EG, Patient war im ersten Stock, T-CPR Algorithmus für diesen Fall unausgereift“; „unübersichtlich/zu viel Text“ (mehrfach genannt). Für die Antwort *kaum* gaben die Disponenten folgende Erklärungen ab: „überladen/unübersichtlich, unflexibel bei Abweichen“ (mehrfach genannt); „es dauert zu lange bis man zur REA kommt“.

Hier ergibt sich beim Vergleich mit den Einsätzen ohne T-CPR mit einem Mittelwert von 3,24 kein signifikanter Unterschied ($p=0,131$, $T(271)=1,515$) bei folgenden Antworten: zwei-mal *überhaupt nicht gut*, sechs-mal *kaum gut*, 68-mal *ziemlich gut* sowie 34-mal *sehr gut* (Abbildung 29).

4.4.3.3. Einfluss auf die Leitstellenarbeit

Bei dieser letzten Frage „Wie war der konkrete Einfluss dieser T-CPR auf die Leitstellenarbeit?“ soll der Disponent beurteilen, in welchem Ausmaß seine weitere Arbeit in der Leitstelle durch Anwendung dieses Algorithmus beeinflusst wurde. Anhand der Antworten soll eingeschätzt werden, wie lang ein Disponent durch einen solchen Einsatz gebunden wird und somit anderen Einsätzen bzw. Anrufern nicht zur Verfügung steht.

Weiterhin deckt diese Frage auch das Stresslevel des Disponenten während einer solchen telefonischen Anleitung ab – in Bezug auf seine eigene Wahrnehmung, wie auch auf die Leitstellensituation um ihn herum. Hierzu hat er die Antwortmöglichkeiten *gestört* (Ziffer 1), *beeinträchtigt* (Ziffer 2), *gering* (Ziffer 3) und *keiner* (Ziffer 4), wobei die beiden für den Algorithmus kritischeren Antwortmöglichkeiten wieder begründet werden sollen. Drei Disponenten hatten den Eindruck, durch diesen Algorithmus in ihrer Leitstellenarbeit *gestört* zu sein sowie 18, dass ihre Arbeit dadurch *beeinträchtigt* sei. 69 Disponenten empfanden einen *geringen* Einfluss und 44 *keinen* Einfluss (Abbildung 30). Hieraus ergibt sich ein Mittelwert von 3,25.

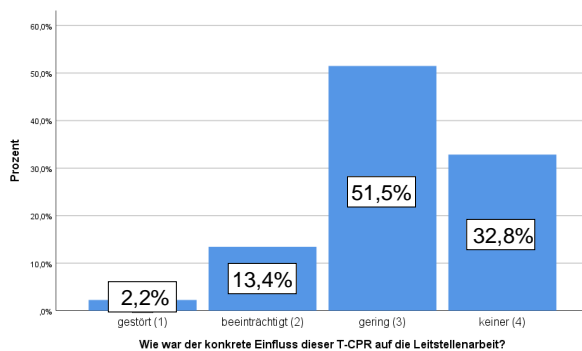


Abbildung 30: durchgeführte T-CPR

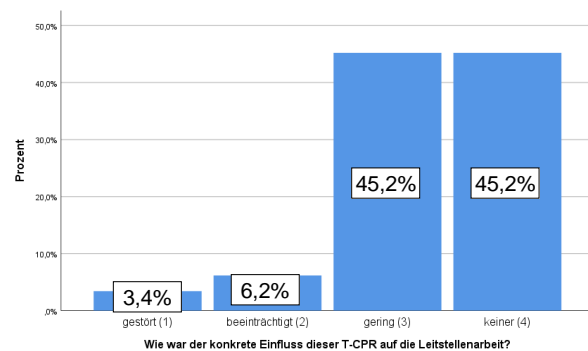


Abbildung 31: keine T-CPR

Folgende Erklärungen wurden für den Eindruck einer *gestörten* Leitstellenarbeit abgegeben: „mehrere Feuerwehreinsätze nebenher“, „hohes Einsatzaufkommen, weiterer Notruf mit einem Bewusstlosen, der aber nicht reanimationspflichtig war“. Weiterhin wurde die Antwort *beeinträchtigte* Leitstellenarbeit folgendermaßen begründet: „Ressourcenbindung“, „konnte mich fast nicht auf das Wesentliche konzentrieren“, „viele Notrufe während der Anleitung“, „Leitungen mussten warten/länger läuten“, „in dieser Zeit kann ich keine anderen Aufgaben ausführen“, „hohes Einsatzaufkommen, 1 ELP (Einsatzleitplatz) gebunden mit T-CPR“, „da am Telefon gebunden, keine Zeit für etwas anderes“, „gleichzeitiger Einsatz der freiwilligen Feuerwehr“.

Bei den Einsätzen ohne T-CPR antworten vier Disponenten mit *gestört*, sieben mit *beeinträchtigt*, 52 mit *gering* und 52 mit *keiner* (Abbildung 31). Somit ergibt sich mit einem Mittelwert von 3,32 kein signifikanter Unterschied ($p=0,051$, $T(278)=1,959$).

4.4.4. Freitextkommentare

Mit dem Text „Falls es noch etwas gibt, das Ihnen wichtig ist, dann schreiben Sie es bitte hierhin“ wird der Disponent schließlich aufgefordert, Kritik, Meinungen oder Wünsche in ein Freitext-Kommentar Feld zu schreiben, das sich an die Fragen anschließt. Bei den Einsätzen mit durchgeführter T-CPR wurde vier Mal der Wunsch zur einfacheren bzw. kürzeren Gestaltung des Algorithmus geäußert. Vier mal wurde erwähnt, dass der Anrufer nur den Einstieg in die Ersthelfer-Maßnahmen benötigte und Weiteres selbst ausführte. Letztlich wurden auch noch drei Fälle beschrieben, bei denen es Probleme mit der technischen Anwendung selbst gab:

- „das Programm hat nicht gestartet“
- „ein Quereinstieg hat nicht funktioniert“
- „das Programm ist abgestürzt.“

Betrachtet man die Einsätze ohne T-CPR, werden neben den Kommentaren, welche bei den Ausschlüssen (siehe 4.1.) aufgelistet wurden, folgende genannt:

- „es verunsichert, dass bei Klicken auf Kinder- bzw. Säuglingsreanimation sofort der Evaluationsbogen erscheint“ (in diesem Algorithmus ist nur der Erwachsenenalgorithmus aktiv)
- „die REA-Präsentation dauert viel zu lange zum Starten“
- „der Klickalgorithmus war sehr hilfreich“.

4.4.5. Hypothese „zeitliche Korrelation“

Für die Hypothese „in Zusammenschau der Antworten aus den Evaluationsbögen im Hinblick auf die Zeiten führen Kommunikationsprobleme zu einer längeren Dauer der Atemkontrolle sowie einer zeitlichen Verzögerung bis zum Beginn der CPR“ wurden jeweils die Zeitintervalle „Dauer der Atemkontrolle“ und „erste Thoraxkompression“ in Korrelation zu den gegebenen Antworten aus dem Fragenblock „Kommunikation mit dem Ersthelfer“ gesetzt. Hierbei handelte es sich um die Fragen zur akustischen Verständigung, zur Umsetzung, zur Aufregung und Kooperation des Anrufers sowie zur technischen Verständigung. Diese Fragen wurden anhand deren Mittelwerte zu einem Gesamtmittelwert zusammengefasst und in Korrelation mit oben genannten Zeitintervallen geprüft, ob ein schlechterer Kommunikationswert zu einer Verlängerung des Zeitintervalls führt.

Für die Dauer der Atemkontrolle ergibt sich eine signifikante Korrelation ($r=-0,253$, $p=0,014$); in diesem Teilbereich wird die Hypothese beibehalten.

Für die Zeit bis zum Beginn der ersten Thoraxkompression ergibt sich keine signifikante Korrelation ($r=-0,092$, $p=0,289$), weshalb die Hypothese in diesem Teilbereich abgelehnt werden muss.

5. Diskussion

Nach Auswertung von 326 Einsatzdaten, welche im Zeitraum Juni 2015 bis August 2016 in acht bayerischen Rettungsdienstbereichen erhoben wurden, konnten 135 Einsätze, bei denen eine auswertbare T-CPR stattgefunden hatte, unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten analysiert werden. Als Vergleich dienten die 150 Einsatzdatensätze, bei denen keine T-CPR stattfand bzw. die Teilgruppe von 45 Einsatzdatensätzen mit nicht reanimationspflichtigen Patienten.

5.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Dauer der Atemkontrolle ergab einen Median von 00:59 Minuten, der Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression einen Median von 03:26 Minuten und die Zeit von der ersten Thoraxkompression bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes einen Median von 04:48 Minuten. Die Dauer der Atemkontrolle war bei den nicht reanimationspflichtigen Patienten nicht signifikant kürzer. Weiterhin führten höhere Einsatzzahlen im Vergleich der einzelnen Rettungsdienstbereiche nicht zu einem signifikanten Unterschied in Bezug auf die Dauer der Atemkontrolle oder den Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression.

Durch die in einer Heatmap visualisierte Folienreihenfolge zeigte sich eine weitestgehende Einhaltung der angedachten Folienreihenfolge; in mindestens einem Drittel der Fälle wurden die eingebauten Quereinstiege z.B. zum Beginn der CPR genutzt; Rücksprünge gab es vor allem im Abschnitt zur Klärung des Eigenschutzes und zur Anleitung der Atemkontrolle.

Im Abschnitt der Fragenanalyse ergab sich einzig im Teilbereich Setting vor Ort ein signifikanter Unterschied zur Vergleichsgruppe, da hier deutlich weniger Anrufer selbst am Patienten waren, was die Maßnahmen entsprechend erschwerte. Die Kommunikation mit dem Ersthelfer wurde im Durchschnitt positiv bewertet; eine Korrelation zwischen Kommunikationsproblemen und zeitlichen Verzögerungen konnte in Bezug auf die Dauer der Atemkontrolle nachgewiesen werden. Für den Beginn der ersten Thoraxkompression musste diese Hypothese abgelehnt werden. In über 75% der Fälle wurde weiterhin die Anwenderfreundlichkeit als positiv bewertet. Kritisiert wurde vereinzelt die Länge der vorzulesenden Texte im Algorithmus.

5.2. Zeitintervalle

Ziel war es, die für den Patienten wichtigen Zeitintervalle genauer zu untersuchen: das Zeitintervall der Atemkontrolle, die Zeit bis zur ersten Thoraxkompression und der zeitliche Benefit, welchen der Patient durch Überbrückung mit Laienreanimation bis zum Eintreffen der professionellen Hilfe erhält.

Hierdurch zeigte sich für die Auswertung der Atemkontrolle im Median eine Gesamtzeit von 00:59 Minuten. Da der Unterschied zur Gruppe der nicht reanimationspflichtigen Patienten nicht signifikant war, musste die Hypothese „das Zeitintervall der Atemkontrolle im Vergleich der beiden Gruppen „durchgeführte T-CPR“ und „keine T-CPR“ dauert im Rahmen des Reanimations-Settings länger“ abgelehnt werden.

Zunächst scheint dieses Zeitintervall höher als erwartet, jedoch ist besonders die Art der Atmung (normal – anormal – nicht vorhanden) einer der wichtigsten Aspekte bei der Entscheidung zum Beginn von Wiederbelebensmaßnahmen. Dieses Zeitintervall beschreibt somit nicht die reine Atemkontrolle über dem Patienten, welche maximal 10 Sekunden dauern sollte (8) und auch im Algorithmus nach dieser Zeit abgeschlossen werden soll (Anhang A: Folie 14 „Abfrage von Atemzeichen“), sondern auch die Positionierung des Patienten und des Anrufers, um die Atemkontrolle durchführen zu können. Hier erscheint ein möglichst schnelles Erkennen einer unphysiologischen Atmung wie Schnappatmung oder Atemstillstand wichtig (34). Allerdings wurde in weiteren internationalen Studien bereits untersucht, dass das Thema der Atemkontrolle eines der wichtigsten ist und somit nicht nur zügig, sondern vor allem qualitativ sinnvoll und dementsprechend manchmal zeitintensiver abgehandelt werden sollte (13,38,39), da unklare Schnappatmung bzw. unklare abnormale Atmung der Grund für mehr als die Hälfte der fälschlicherweise nicht durchgeführten Reanimationen ist (40–42).

Zeitdaten aus Realeinsätzen zum Vergleich mit der vorliegenden Auswertung wurden dabei von den in Tabelle 5 genannten Studien geliefert.

Studie, Jahr und Fallzahl	Zeitintervall der Atemkontrolle
O'Neill JF, Deakin CD, 2007 (43), 101 Fälle	02:08 Minuten (01:02 – 08:02)
Clegg et al., 2014 (44), 39 Fälle	00:59 Minuten (00:22 – 01:22)
T-CPR Klickalgorithmus, 2015, 135 Fälle	00:59 Minuten (00:01 – 03:59)

Tabelle 5: Studienvergleich zum Zeitintervall der Atemkontrolle

Während bei O'Neill und Deakin (43) mit einem fünfstufigen Protokoll in Realanwendung die Bewusstseinslage sehr kurz erfasst und dann die Atmung mit einer Kontrolle der Luftwege und der Atembewegung ausführlich geprüft wurde, wurde bei Clegg et al. (44) – ebenfalls bei realen Einsätzen – lediglich eine Reihenfolge der einzelnen Abfrageschritte vorgegeben, so dass der Disponent die Anleitung hier frei ausführen konnte. Die ausführliche Anleitung scheint dabei deutlich zeitintensiver zu sein, während der T-CPR Klickalgorithmus zeitlich vergleichbar ist mit einer zügigen freien Anleitung, obwohl sämtliche relevanten Schritte standardisiert angeleitet und abgefragt werden.

Als nächster wichtiger Zeitpunkt zeigt sich ein Beginn der ersten Thoraxkompression im Median nach 03:26 Minuten, was auf den ersten Blick der Forderung entspricht, eine Reanimation spätestens nach vier Minuten zu beginnen (6); daher wurde die Hypothese „mit Hilfe des Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1 lässt sich flächendeckend eine Laienreanimation im Zeitfenster von vier Minuten etablieren“ beibehalten. Aus nachfolgenden Gründen kann man hier allerdings nur mutmaßen, dass der Start des Klickalgorithmus möglichst nah an dem eigentlich Notfallereignis liegt: in dieser Studie konnte nur auf die Zeitstempel des Klickalgorithmus zurückgegriffen werden. Es gab keine verlässlichen Daten darüber, wie viel Zeit zwischen dem Notfallereignis bzw. dem Auffinden des Patienten und dem Notruf liegt. Es war nicht immer sichergestellt, dass der Patient zeitnah nach dem Notfallereignis aufgefunden wird.

Zum Vergleich konnten hier fünf internationale Studien mit Daten aus Realanwendungen bzw. aus einer Simulation (Tabelle 6) herangezogen werden:

Studie, Jahr und Fallzahl	Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression
O'Neill JF, Deakin CD, 2007 (43), 101 Fälle	05:15 Minuten (02:33 – 12:30)
Lewis et al., 2013 (13), 210 Fälle	02:56 Minuten (02:21 – 03:02)
Travers et al., 2014 (39), 27 Fälle	03:37 Minuten (02:57 – 05:00)
Stipulante et al., 2014 (45), 11 Fälle ohne Algorithmus 37 Fälle mit Algorithmus	04:13 Minuten (00:00 – 06:00) 02:48 Minuten (00:00 – 04:36)
Painter et al., 2014 (30), 36-mal Standardanweisungen 39-mal vereinfachtes Protokoll	02:04 Minuten (keine Range angegeben) 01:39 Minuten (keine Range angegeben)
T-CPR Klickalgorithmus, 2015, 135 Fälle	03:26 Minuten (00:12 – 14:36)

Tabelle 6: Studienvergleich zum Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression

Wie oben erwähnt, beschreibt die Studie von O'Neill und Deakin (43) einen Algorithmus mit ausführlicher Prüfung der Atmung sowie eine Mund-zu-Mund-Beatmung vor dem Start der eigentlichen Thoraxkompression, was sich auch in der langen Zeit bis zur ersten Kompression widerspiegelt.

Weiterhin geht es bei Lewis et al. (13) lediglich um die allgemeine Untersuchung, wie schnell ein Leitstellendisponent über das Telefon bei realen Einsätzen einen Herzstillstand und die Notwendigkeit zur CPR erkennt bzw. die Einleitung einer T-CPR beginnt. In diesem Kontext jedoch ohne festgelegten Algorithmus, sondern nur mit den zwei vorgeschriebenen Fragen, ob der Patient wach ist und ob der Patient eine normale Atmung zeigt.

In den Studien von Travers et al. (39), Stipulante et al. (45) und Painter et al. (30) wurde schließlich ein allgemeiner bzw. vereinfachter Algorithmus untersucht, teilweise im Vergleich zu Anleitungen ohne Algorithmus. Die Analyse von Travers et al. (39) bezieht sich dabei ebenfalls auf reale Einsatzdaten, wobei es ein Telefonprotokoll in Papierform gab und die Zeiten anhand der aufgenommenen Notrufe ausgewertet wurden. Einzig Stipulante et al. (45) griffen auf Realdaten zurück, welche mit Hilfe eines digitalen Klickalgorithmus generiert wurden. Bei diesem konnte sich der Disponent in einer Desktopapplikation durch mehrere Ja-Nein-Fragen klicken, bis er schließlich zur Anleitung der T-CPR kam. Verglichen wurde hier die T-CPR mit und ohne Anleitung durch Algorithmus, wobei die Anleitung ohne Algorithmus im Median 01:25 Minuten länger dauert. In der Studie von Painter et al. (30) wurden sämtliche Daten im Rahmen einer Simulation erhoben. Hierbei erfolgte der Vergleich zwischen einem ausführlichen Algorithmus (z.B.: „push down firmly, only on the heels of your hands, 2 inches“) und einem verkürzten bzw. vereinfachten Algorithmus (hier: „with straight arms push down as hard as you can“); der vereinfachte Algorithmus erzielte hier im Median einen Zeitvorteil von 25 Sekunden.

Diese Studien zeigen zwar, dass es mit noch weiter vereinfachten Textbausteinen bzw. völlig freier Anleitung in Einzelfällen schneller gehen kann, jedoch kann hier die durchgehende und auf alle Leitstellen und Disponenten übergreifende Qualität kaum gesichert werden. Selbige Problematik wurde bereits durch andere Studien untersucht und daher empfohlen, einem festgelegten Algorithmus zu folgen, um nichts zu vergessen (46). Unter anderem auch, weil eine T-CPR eine deutlich schwierigere und emotional belastendere Situation als bei normalen Notrufen darstellt (10). Noch interessanter als die Verkürzung der einzelnen Folien ist das regelmäßige Training aller Disponenten mit dem Algorithmus, um im Ernstfall schnell und sicher handeln zu können (38,47).

Langfristig ist hier das Ziel von einem Reanimationsbeginn deutlich vor drei Minuten anzustreben, zumal nachgewiesenermaßen erste irreversible Hirnschäden bereits nach drei Minuten eintreten können (48). Womöglich lässt sich diese Verbesserung schon durch die Analyse nachfolgender Einsatzdaten erreichen, wenn die Fallzahl steigt und somit auch die anwendenden Disponenten einen ersten Gewöhnungseffekt an den Algorithmus zeigen.

In dieser Untersuchung haben sich die Fallzahlen (höchste Zahl bei einer Leitstelle: 62) als zu gering für den Nachweis eines Trainingseffektes gezeigt, weshalb auch die Hypothese „höhere Zahlen an T-CPRs verkürzen die Durchschnittszeiten bis zu Thoraxkompression im Vergleich der Zeiten und Einsatzzahlen der einzelnen ausgewerteten Rettungsdienstbereiche“ abgelehnt werden musste.

Weiterhin lässt sich der Benefit des Patienten, einen früheren Kreislaufferhalt vor Eintreffen des Rettungsdienstes zu erfahren, auf im Median 04:48 Minuten beziffern, was bereits ein beträchtlicher Zeitgewinn ist, behält man in Erinnerung, dass die Überlebenswahrscheinlichkeit ohne Maßnahmen um 7-10% pro Minute sinkt (8). Betrachtet man die Ausreißerzeiten mit 16, 17, 35, 42 und 45 Minuten, bei denen die Reanimation bereits gestartet hatte, sodass sich die zeitliche Differenz zum Median vor allem aus dem späteren Eintreffen des Rettungsdienstes ergibt, liegt der Vorteil hier somit klar beim T-CPR Algorithmus, ohne den die Patienten vermutlich keinen Ersatzkreislauf und somit nahezu keine Überlebenschance gehabt hätten.

Der zeitliche Vorteil ist zudem signifikant, weshalb die Hypothese „der T-CPR-Beginn durch den angeleiteten Laien verschafft dem Patienten einen signifikanten Zeitgewinn und damit einen erheblichen Benefit im Vergleich zum späteren CPR-Beginn bei Eintreffen des Rettungsdienstes“ beibehalten wurde.

5.3. Folienreihenfolge

Sieht man sich die Heatmap als Kontrolle über die Nutzungsreihenfolge der einzelnen Algorithmusfolien genauer an, so lässt sich bereits anhand dieser Fallzahlen erkennen, dass die gedachte Reihenfolge eingehalten wird. Außerdem wurden bei einem Drittel der Einsätze die möglichen Quereinstiege genutzt, um in der individuellen Situation schneller bzw. sinnvoller voranzukommen; in 25% der Fälle wurde der Quereinstieg zum bewusstlosen Patienten genutzt und in 8% der Quereinstieg direkt zur Anleitung der Reanimation, was zwar zu einer früheren, jedoch nicht signifikant früheren ersten Thoraxkompression führte. Damit musste die Hypothese „die Nutzung der Quereinstiege führt zu einer früheren Thoraxkompression im Vergleich zu Einsätzen ohne Nutzung der Quereinstiege“ abgelehnt werden.

Weiterhin lassen sich Rückschritte in der Folienreihenfolge vor allem am Anfang verzeichnen, wenn es um die Sicherheit des Anrufers im Sinne des Eigenschutzes geht (8,8%). Diese Fälle wurden allerdings nicht kommentiert, so dass hier nur spekuliert werden kann, ob der Anrufer tatsächlich gefährdet war. Auffallend sind Rückschritte im Bereich der Atemkontrolle (5,9%), welche sich durch die Freitextkommentare der Disponenten erklären lassen: hier gab es häufig Probleme, den Patienten in die richtige Position zu bringen bzw. die Anweisungen zur Atemkontrolle direkt umzusetzen, weshalb die Anweisungen teils mehrfach wiederholt werden mussten.

Im Gesamten betrachtet, zeigt die Heatmap somit, dass der Großteil der Disponenten dem vorgesehenen Weg der Folienreihenfolge bzw. den Quereinstiegen folgt, ohne dass es große Sprünge gibt.

5.4. Fragenanalyse

Im Bereich der Fragenanalyse sollte geprüft werden, wie gut die Anwendbarkeit für den Anrufer und die Anwenderfreundlichkeit für den Disponenten ist. So können drei Teilbereiche über diese Fragen abgedeckt werden: Setting vor Ort, Kommunikation mit dem Ersthelfer und Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus. Zusätzlich gibt es bei einigen Fragen – vor allem bei kritischer Bewertung – die Möglichkeit, diese innerhalb eines Freitextfeldes zu kommentieren. Schließlich hat jeder Disponent noch die Möglichkeit allgemeine Kommentare zu hinterlassen, welche nicht über die standardisierten Fragen erfasst werden.

Betrachtet man das Setting vor Ort, so war der überwiegende Teil der Anrufer von Anfang an am Patienten bzw. konnte im Verlauf des Telefonats an ihn herankommen. In wenigen Fällen wurden die Anweisungen des Disponenten mündlich an eine weitere Person weitergeleitet, welche direkten Zugang zum Patienten hatte. In den meisten Fällen war der Anrufer allein bzw. fand kein Wechsel bei der CPR statt, wenn mehrere Helfer anwesend waren.

Dies ist der einzige Fragenabschnitt, bei dem es zu einem signifikanten Unterschied ($p=0,001$) im Vergleich zu den Fällen ohne stattgefundene T-CPR kommt. Bei diesen Fällen waren deutlich weniger Anrufer direkt am Patienten, was wiederum erklärt, warum es hier erst gar nicht zur T-CPR kommen konnte.

In Bezug auf die Kommunikation mit dem Anrufer wurde von allen Disponenten eine ziemlich gute oder sogar sehr gute Verständigung bestätigt; nur wenige hatten Probleme und den Anrufer somit kaum verstanden. Auch bei der Umsetzung entstand ein positiver Eindruck, so dass ein Großteil der Disponenten glaubte, der Anrufer hätte die Anweisungen ziemlich gut oder sogar sehr gut umgesetzt. Bedingt durch die aktuell eingesetzte Kommunikationstechnik – rein auditive Verständigung – ist der Disponent hier allerdings auf seine Wahrnehmung und Erfahrung bzw. auf die Art der Kommunikation mit dem Anrufer angewiesen, welche die Handlungen und Umsetzungen des Anrufers widerspiegeln. Es kann also keine Kontrolle der eigentlichen Handlung des Anrufers erfolgen (49), da hierfür eine audiovisuelle Kommunikation vonnöten wäre.

Weiterhin soll die Kommunikation mit dem Anrufer auch auf einer psychologischen Skala (ECCS) beurteilt werden, welche die Aufregung und Kooperation des Anrufers beurteilen soll. Die Anrufer wurden hier als „normal“, „ängstlich, aber kooperativ“ und „aufgeregt, aber kooperativ“ eingeschätzt, was zeigt, dass sich letztlich alle Anrufer kooperativ zeigten und dem Patienten helfen wollten.

Natürlich ist in diesem Fall nur eine sehr subjektive Einschätzung möglich, da psychische Belastung an sich schon subjektiv ist und hier durch einen für den Anrufer unbekannten Menschen übers Telefon beurteilt wird. Hierbei stellt sich auch die Frage, was das normale Verhalten eines Anrufers bei einem HerzKreislaufstillstand eines Angehörigen ist oder sein sollte.

Andersherum gesagt: vermutlich wäre es eventuell sogar das normale Verhalten eines Laien in einer solchen Situation, auch aufgeregt oder ängstlich, aber durchaus kooperativ zu sein. Sieht man sich in diesem Zusammenhang erneut die Ausschlüsse an, kann man leicht nachvollziehen, dass einige Anrufer durch diesen (psychischen) Ausnahmezustand nicht mehr in der Lage sind, eine (T-)CPR durchzuführen, was nur noch mehr zu einer besseren Betreuung und Anleitung anspricht, da die Masse der Beobachter eines HerzKreislaufstillstandes bewiesenermaßen emotional stabil genug und für eine T-CPR zugänglich ist (50).

Weiterhin wurde die technische Qualität der Kommunikation mit großer Mehrheit als gut bzw. unproblematisch beurteilt. Hier hat der Algorithmus selbst keinen Einfluss, da es neben der Netzverbindung des Anrufers auch um die technischen Anlagen der einzelnen Leitstellen und vor allem um die Telefontechnik und das Handling der Geräte des jeweiligen Anrufers geht. Birkenes et al. haben zudem beschrieben, dass das Handling bei Anrufern über 60 Jahren im Hinblick auf die Einstellung der Freisprechfunktion erschwert ist und im Weiteren zu zeitlichen Verzögerungen führen kann (51).

Dennoch ist die technische Qualität ein ausschlaggebendes Kriterium, welches die Anwendung eines solchen Algorithmus überhaupt erst möglich macht.

In Zusammenhang mit diesem Fragenblock sollte auch die Hypothese „in Zusammenschau der Antworten aus den Evaluationsbögen im Hinblick auf die Zeiten führen Kommunikationsprobleme zu einer längeren Dauer der Atemkontrolle sowie einer zeitlichen Verzögerung bis zum Beginn der CPR“ geklärt werden, welche für die Dauer der Atemkontrolle eine signifikante Korrelation ergab und für den Beginn der ersten Thoraxkompression abgelehnt werden musste.

Im letzten Fragenabschnitt, welcher sich auf die Anwenderfreundlichkeit des Algorithmus bezieht, wurde sowohl bei der technischen, wie auch der inhaltlichen Anwenderfreundlichkeit in etwa 90% der Fälle ein positives Ergebnis erreicht, wobei die Disponenten eine ziemlich gute oder sogar sehr gute Anwenderfreundlichkeit bestätigten. In den meisten kritisch bewerteten Fällen wurde der Wunsch nach einer Kürzung der Texte auf den Folien geäußert, welche den Weg bis zur Reanimationsanleitung beschleunigen soll.

In Bezug auf den Einfluss auf die Leitstellenarbeit des jeweiligen Disponenten empfanden über 80%, dass die Anwendung des Algorithmus nur einen geringen bzw. keinen Einfluss auf ihre Leitstellenarbeit hatte. Der Rest empfand seine Arbeit als beeinträchtigt bzw. in wenigen Fällen gestört, was vor allem bei einem erhöhten Einsatzaufkommen in den Leitstellen vorkam, wie aus den Kommentaren zu entnehmen war.

Schließlich lässt sich hier der Bogen zurück zum ersten ausgewerteten Zeitintervall „Gesamtzeitintervall des Algorithmus“ spannen: obwohl die Gesamtzeit der Einsätze ohne T-CPR im Median deutlich geringer ist, zeigt sich im Vergleich zu den Einsätzen ohne T-CPR kein signifikanter Unterschied in Bezug auf den Einfluss auf die Leitstellenarbeit, was vermuten lässt, dass weniger die Länge des Telefonats, sondern – wie oben beschrieben – viel mehr das Gesamteinsatzaufkommen in der Leitstelle den Disponenten unter Druck setzt.

Im Feld für Freitextkommentare hat der Disponent schließlich noch die Möglichkeit, Kritik, Meinungen, Wünsche oder weitere Erklärungen zu äußern. Im Kollektiv der ausgewerteten Einsatzdatensätze wurde vor allem der Wunsch zur einfacheren bzw. kürzeren Gestaltung des Algorithmus geäußert. Weiterhin wurden drei Fälle geschildert, bei denen es Probleme mit der Software gab, wobei das Programm nicht gestartet werden konnte, abgestürzt ist bzw. ein Quereinstieg nicht funktioniert hat.

5.5. Fazit und Verbesserungsvorschläge

Nach Zusammenführung aller ausgewerteten Daten aus dem Klickalgorithmus 2013 – T-CPR Bayern – Version 1.1 kann man sagen, dass die Einführung und bisherige Durchführung des Klickalgorithmus zur Telefonreanimation als erfolgreich zu werten ist, was sich vor allem anhand der Zeit bis zur ersten Thoraxkompression am Patienten festmachen lässt. Hier besteht ein klarer zeitlicher Benefit für den Patienten bis zum Eintreffen des Rettungsdienstes und damit zur Durchführung der professionellen Wiederbelebensmaßnahmen.

Im Folgenden sollen Verbesserungsvorschläge beschrieben werden, die sich aus der bisherigen Auswertung ergeben. Ein mögliches Potential besteht auf der Seite des menschlichen Anwenders, da Menschen immer von Erfahrung und Training profitieren. Einerseits wird sich somit die Anwendungssicherheit des Einzelnen automatisch durch wiederholte Benutzung des Algorithmus im Ernstfall einstellen (52). Andererseits sollte neben dem bereits bestehenden Einführungskurs ein Kurssystem etabliert werden, welches ein Training mit dem Algorithmus in festgelegten und unter dem Arbeitsaufwand der Leitstellen realistischen Zeitabständen vorsieht; anfangs empfiehlt sich hier ein jährlicher Abstand (13). Dieses Training sollte weiterhin nicht nur der Schulung, sondern auch der Qualitätssicherung dienen und Nachbesprechungen ermöglichen, da die Disponenten durch die Anleitung der T-CPR einer höheren emotionalen Belastung ausgesetzt sind, als sie es bisher in ihrem Leitstellenumfeld gewohnt waren (53).

Neben dem Faktor Mensch steht aber vor allem der Faktor Technik bzw. in diesem Fall der Faktor Software unter Beobachtung. Wie schon von einigen Disponenten im Freitextkommentar bemerkt, sind einige Folien des Algorithmus recht textlastig. Auch haben die Vergleichsstudien (30,45) zur Zeit der ersten Thoraxkompression gezeigt, dass eine deutlich gekürzte Fassung eines Algorithmus eine Verkürzung dieser Zeit ermöglichen kann und die Umsetzung für den Anrufer erleichtert (54). Im Fall des hier untersuchten Algorithmus besteht die Möglichkeit der Kürzung an drei Stellen.

Zu Anfang des Algorithmus wird erklärt, dass der Patient Hilfe benötigt. Nach dem Angebot einer möglichen gemeinsamen Hilfe wird weiter gefragt, ob der Anrufer zu dieser Hilfe auch bereit sei. Sieht man sich vereinfachte Algorithmen z.B. aus den USA an (30), so kann eine solche Einführung zur T-CPR auch deutlich imperativer gestaltet werden, indem der Disponent dem Anrufer direkt mitteilt, dass dem Patienten jetzt geholfen werden muss. Eventuell ließen sich durch klare und imperative Ansagen auch einige der Anrufer umstimmen, welche bei vorsichtigem Anfragen aus Angst oder Unsicherheit doch eher ablehnen würden.

Auch die Positionierung zur Atemkontrolle könnte mit vereinfachten Ansagen eventuell noch weiter beschleunigt werden, indem der Disponent nicht mehr detailliert erklärt, wie sich der Anrufer neben den knöchernen Brustkorb kniet etc., sondern auch hier klare schnelle Anweisungen gibt, wie „Knien Sie sich neben den Patienten“ – „Kippen Sie mit beiden Händen den Kopf des Patienten vorsichtig weit nach hinten“. Die Atemkontrolle selbst sollte aber auf keinen Fall vernachlässigt werden, wie schon mehrfach weiter oben begründet wurde.

Als letzter Punkt sei noch ein Blick auf die Anleitung zur CPR selbst geworfen. Diese wird fachlich richtig beschrieben, jedoch so ausführlich, als würde man in dieser Situation einen Erste-Hilfe-Kurs besuchen. Angaben wie „mindestens 5 cm tief drücken“ oder „100 mal pro Minute drücken“ wird ein Laie, welcher in der Ausführung der CPR ungeübt ist, in dieser massiven Stresssituation nur bedingt ausführen können bzw. könnte es sogar vom Wesentlichen ablenken, wenn er sich auf diese Details konzentrieren müsste. Möglich wäre hier die klare und einfache Anleitung „drücken Sie so fest Sie können“, während der Leitstellendisponent den Takt durch Zählen oder akustische Signale vorgibt, da bereits bewiesen wurde, dass eine derartige Minimierung der CPR-Anweisung keine Verschlechterung der Thoraxkompression bewirkt (55). Auch die Positionierung der Hände vor dem Start der CPR wird hier sehr ausführlich beschrieben. Stattdessen könnte als Druckpunkt der Mittelpunkt zwischen den Brustwarzen beschrieben werden, welcher relativ genau auf dem Brustbein liegt und vernachlässigbar selten zu einer Kaudalisierung des Druckpunktes Richtung Abdomen führt (56–58). In diesen Studien werden zwar einige Fälle beschrieben, in denen der Druckpunkt etwas zu weit kranial zum Liegen kommt, allerdings bleibt das outcome einer frühen qualitativ schlechteren CPR immer deutlich besser, als das outcome von erst spät begonnener hochwertiger CPR (28).

Vermutlich ist es sogar gar nicht nötig, durchgehende Anweisungen zu geben, sondern nach Initialisierung der CPR eher im Hintergrund zu bleiben und nur immer wieder verbal einzugreifen, um die Qualität der CPR zu gewährleisten (59). In diesem Zusammenhang wäre auch eine Umschaltung auf standardisierte zuvor aufgenommene Anweisungen, wie bei einem AED, möglich, welche dem Anrufer die gleichen Informationen wiederholt mitteilt, ohne die Qualität der CPR zu schmälern (60); gleichzeitig würde der Disponent hierdurch entlastet werden.

5.6. Ausblick

Über die nächsten Jahre werden weiter Daten erhoben werden müssen, um unter anderem das Verbesserungspotential durch den Übungs- und Gewöhnungseffekt der Leitstellendisponenten eruieren zu können – aktuell besteht im internationalen Durchschnitt bei der Anwendung von T-CPRs eine Sensitivität von 75% zur Erkennung eines Herzkreislaufstillstandes durch den Disponenten (42), es gibt also noch Luft nach oben. Auf diesem Weg lassen sich auch langfristig Optimierungen am Programm durchführen, wenn es zur Rückmeldung von Disponenten kommt, die den Algorithmus bereits über längere Zeit anwenden konnten. Womöglich lässt sich hier auch ein signifikantes Verbesserungspotential durch eine regelmäßige Fort- und Weiterbildung bzw. ein Training der Disponenten nachweisen.

Wichtig werden hier auch weiterhin standardisierte Auswertungen (61) und internationale Vergleiche sein, die unter anderem in Europa immer mehr angestrebt werden (62).

Neben der Übung, dem Training und der Fallzahl wird sich auch der Algorithmus selbst weiterentwickeln. Es sollen neben dem Erwachsenenalgorithmus auf Deutsch noch ein weiterer auf Englisch hinzukommen, wie auch in beiden Sprachen je einen Algorithmus für Kinder- und Säuglingsreanimationen. Durch die immer häufigere Zugangsmöglichkeit zu AEDs an Bahnhöfen, in öffentlichen Gebäuden oder sogar Kaufhäusern wird die Einbindung dieser Geräte eine immer größere Rolle spielen. Hier wurde bereits bewiesen, dass die frühe Nutzung für den Patienten eine Verbesserung des outcome mit sich bringt (63), für den Anwender aber grundsätzlich keine Gefahr bzw. kein Risiko der Patientenschädigung darstellt (64).

Oft und in vielen Studien wurde der Stellenwert der vollständigen CPR, also der Herzdruckmassage zusammen mit Beatmungen, diskutiert, jedoch kam jede dieser Studien zu dem Ergebnis, dass es in den ersten Minuten nach dem Herzkreislaufstillstand vor allem um die Wiederherstellung eines Ersatzkreislaufes geht (65,66) und weniger um die Reoxygenierung des Blutes, welche später aber durch professionelle Helfer durchgeführt werden sollte (67) – einzig im Traumasetting hat sich eine möglichst frühe Beatmung als sehr wichtig erwiesen (68). Letztlich wird durch die Anleitung der reinen Thoraxkompression ohne Beatmung noch eine bis zu 1,4 Minuten frühere erste Thoraxkompression erreicht (69,70).

Trotz all dieser möglichen Verbesserungen am Algorithmus ist und bleibt die T-CPR lediglich ein Zusatz im Bereich der Laienreanimation, da der Hauptpfeiler einer solchen Maßnahme der Laie selbst bleibt und diese qualitativ hochwertig und noch zeitnaher ausüben kann, wenn er regelmäßig übt (43,71,72), denn was das Zeitliche angeht, wird der Laie immer der erste und schnellste am Ort des Geschehens sein: „the fastest ambulance in the world cannot be faster than the bystander at the patient’s side“ (52).

Hierfür sollte neben einem regelmäßigen Training auch breit gestreute Aufklärungsarbeit betrieben werden, um Informationen bekanntzumachen, wie z.B. die Möglichkeit zur Verbesserung der Überlebenschance durch frühe Laienreanimation um das zwei bis vierfache (33) oder die Möglichkeit zur alleinigen Thoraxkompression ohne Beatmung (73), welche bei vielen Laien bisher unbekannt ist und für das erste Zeitintervall ein gleichwertiges outcome verspricht, wie eine vollwertige CPR (65,67) – Fakten, die so im Rahmen der T-CPR bereits umgesetzt werden.

In einer Welt zunehmender Technisierung und Digitalisierung wird auch die CPR mit in diese Thematik einbezogen. Getestet werden Apps, welche bereits im Vorfeld spielerisch einen Lerneffekt zur CPR erzielen sollen (52) oder aber im Ernstfall durch auditive Anleitung ähnlich einer AED-Ansage (74) oder durch eine Videoanleitung eine Qualitätssteigerung der Thoraxkompressionen erzielen (75). Auch aktives Feedback kann bereits mit Hilfe der Beschleunigungssensoren in Smartphones mit der passenden App gegeben werden, wodurch nachgewiesenermaßen zumindest eine bessere Frequenz erreicht wird (76). Auch alarmierende Apps sind bereits in der Testphase, welche trainierte Laienhelfer oder auch geschulte Taxifahrer mit AED im Fahrzeug informieren, wenn in einem bestimmten Entfernungsradius ein Herz-Kreislaufstillstand gemeldet wird, so dass diese als eine Art ziviler first-responder eine geübte Laienreanimation starten können (52).

Schließlich entwickelt sich auch die Videotelefonie weiter, wodurch wiederum der T-CPR anwendende Disponent deutliche Vorteile erlangt: mit zunehmender Visualisierung von Anrufen über Smartphones und Tablets könnte zukünftig auch die Möglichkeit bestehen, eine visuelle Kontrolle für den Disponenten einzurichten: bisher zeigt sich dieser Vorteil vor allem bei der Diagnostik, also beim Erkennen des Herz-Kreislaufstillstandes, und weniger bei der Durchführung der CPR, da hierbei kein wesentlicher Qualitätsunterschied zur auditiven Anleitung erkannt wurde (77,78).

Welche dieser edukativen und technischen Neuerungen allein oder Hand in Hand greifend die wesentlichen Verbesserungen im Sinne von häufigeren Laienreanimationen und besserem outcome nach Reanimationssituationen bringen wird, werden letztlich nur weitere Studien zeigen können; sicher ist jedoch bereits jetzt, dass der T-CPR Klickalgorithmus bzw. T-CPRs generell einen großen Teil dazu beitragen (9,11,46,52,79–83).

6. Limitationen der Untersuchung

Durch das Fehlen von personenbezogenen Daten, wie Alter und Geschlecht des Anrufers und auch des Patienten, sowie von Vorerfahrungen der Laien sind demographische Analysen in dieser Untersuchung nicht möglich.

Weiterhin kann die Durchführung der übers Telefon angeleiteten CPR nur über die Zeitstempel nachvollzogen werden; weder der tatsächliche Beginn, noch die genaue Drucktiefe und -frequenz können anhand der erhobenen Daten realitätsgetreu nachgewiesen werden.

Durch die gegebenen Bedingungen ist es weiterhin auch nicht möglich, die Qualität der Atemkontrolle zu überprüfen.

Letztlich bleibt auch die genaue Zeit zwischen dem Eintreten des Notfallereignisses, also des Herzkreislaufstillstandes, und dem Beginn des T-CPR Algorithmus unbekannt, weshalb hier nur von einem möglichst kurzen Abstand ausgegangen werden kann.

7. Literaturverzeichnis

1. Herold G, Herausgeber. Innere Medizin - Ausgabe 2015. Köln; 2015. 1002 S.
2. Gräsner J-T, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J, u. a. EuReCa ONE—27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: a prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016;105:188–195.
3. Vaillancourt C, Charette M, Kasaboski A, Hoad M, Larocque V, Crête D, u. a. Cardiac arrest diagnostic accuracy of 9-1-1 dispatchers: A prospective multi-center study. *Resuscitation*. Mai 2015;90:116–20.
4. Eisenberg MS, Hallstrom AP, Carter WB, Cummins RO, Bergner L, Pierce J. Emergency CPR instruction via telephone. *Am J Public Health*. 1985;75(1):47–50.
5. Bang A, Herlitz J, Holmberg S. Possibilities of implementing dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation in the community: an evaluation of 99 consecutive out-of-hospital cardiac arrests. *Resuscitation*. 2000;44(1):19–26.
6. Eisenberg M, Bergner L, Hallstrom A. Paramedic programs and out-of-hospital cardiac arrest: I. Factors associated with successful resuscitation. *Am J Public Health*. 1979;69(1):30–38.
7. LL 81 2012 Hypoxische Enzephalopathie (HE) [Internet]. [zitiert 16. April 2017]. Verfügbar unter: <https://www.dgn.org/leitlinien-on%ADline-2012/inhalte-nach-kapitel/2376-ll-81-2012-hypoxische-enzephalopathie.html>
8. Ziegenfuß T. Notfallmedizin. 7. Aufl. Springer; 2016. 572 S.
9. Hasselqvist-Ax I, Riva G, Herlitz J, Rosenqvist M, Hollenberg J, Nordberg P, u. a. Early Cardiopulmonary Resuscitation in Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *N Engl J Med*. 11. Juni 2015;372(24):2307–15.
10. Eisenberg MS, Carter W, Hallstrom A, Cummins R, Litwin P, Hearne T. Identification of cardiac arrest by emergency dispatchers. *Am J Emerg Med*. 1986;4(4):299–301.
11. Vaillancourt C, Charette ML, Bohm K, Dunford J, Castrén M. In out-of-hospital cardiac arrest patients, does the description of any specific symptoms to the emergency medical dispatcher improve the accuracy of the diagnosis of cardiac arrest: A systematic review of the literature. *Resuscitation*. Dezember 2011;82(12):1483–9.
12. Bohm K, Vaillancourt C, Charette ML, Dunford J, Castrén M. In patients with out-of-hospital cardiac arrest, does the provision of dispatch cardiopulmonary resuscitation instructions as opposed to no instructions improve outcome: A systematic review of the literature. *Resuscitation*. Dezember 2011;82(12):1490–5.
13. Lewis M, Stubbs BA, Eisenberg MS. Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation: Time to Identify Cardiac Arrest and Deliver Chest Compression Instructions. *Circulation*. 1. Oktober 2013;128(14):1522–30.

14. RIS - Gesamte Rechtsvorschrift für Führerscheingesetz-Durchführungsverordnung - Bundesrecht konsolidiert, Fassung vom 16.04.2017 [Internet]. [zitiert 16. April 2017]. Verfügbar unter: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10012724>
15. Gräsner J-T, Wnent J, Gräsner I, Seewald S, Fischer M, Jantzen T. Einfluss der Basisreanimationsmaßnahmen durch Laien auf das Überleben nach plötzlichem Herztod. *Notf Rettungsmedizin*. Oktober 2012;15(7):593–9.
16. Gräsner JT, Herlitz J, Koster RW, Rosell-Ortiz F, Stamatakis L, Bossaert L. Quality management in resuscitation – Towards a European Cardiac Arrest Registry (EuReCa). *Resuscitation*. August 2011;82(8):989–94.
17. Bohn A, Seewald S, Wnent J. Reanimation – Basismaßnahmen bei Erwachsenen und Anwendung automatischer externer Defibrillatoren. *Anästhesiol Intensiv Notfallmed Schmerzther*. 29. März 2016;51(03):178–86.
18. Bohn A, Van Aken HK, Möllhoff T, Wienzek H, Kimmeyer P, Wild E, u. a. Teaching resuscitation in schools: annual tuition by trained teachers is effective starting at age 10. A four-year prospective cohort study. *Resuscitation*. Mai 2012;83(5):619–25.
19. Kanstad BK, Nilsen SAa, Fredriksen K. CPR knowledge and attitude to performing bystander CPR among secondary school students in Norway. *Resuscitation*. August 2011;82(8):1053–9.
20. Döpker S. Schüler werden Lebensretter [Inaugural-Dissertation]. [Münster]: Westfälische Wilhelms-Universität Münster; 2011.
21. Rücker G, Schubert J, Scheeren T, Nöldge-Schomburg G. Ab der siebten Klasse sinnvoll. :3.
22. Schlößer S. Qualität der Maßnahmen von Augenzeugen beim Kreislaufstillstand außerhalb des Krankenhauses. [Berlin]: Charité - Universitätsmedizin Berlin; 2010.
23. Platz E, Scheatzle MD, Pepe PE, Dearwater SR. Attitudes towards CPR training and performance in family members of patients with heart disease. *Resuscitation*. Dezember 2000;47(3):273–80.
24. Coons SJ, Guy MC. Performing bystander CPR for sudden cardiac arrest: Behavioral intentions among the general adult population in Arizona. *Resuscitation*. März 2009;80(3):334–40.
25. White L, Rogers J, Bloomingdale M, Fahrenbruch C, Culley L, Subido C, u. a. Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation: Risks for Patients Not in Cardiac Arrest. *Circulation*. 5. Januar 2010;121(1):91–7.
26. § 323c StGB Unterlassene Hilfeleistung - dejure.org [Internet]. [zitiert 19. April 2017]. Verfügbar unter: <https://dejure.org/gesetze/StGB/323c.html>
27. Dumas F, Rea TD, Fahrenbruch C, Rosenqvist M, Faxen J, Svensson L, u. a. Chest Compression Alone Cardiopulmonary Resuscitation Is Associated With Better Long-Term Survival Compared with Standard Cardiopulmonary Resuscitation. *Circulation*. 29. Januar 2013;127(4):435–41.

28. Song F, Sun S, Ristagno G, Yu T, Shan Y, Chung SP, u. a. Delayed high-quality CPR does not improve outcomes. *Resuscitation*. 2011;82:S52–S55.
29. Nest JC, Steinbrunner D, Karger M, Hiltl M, von Kaufmann F, Kanz K-G, u. a. Standardisierte Telefonanweisungen zur Wiederbelebung durch Laienhelfer: Videogestützte Qualitätsanalyse im Rahmen einer Machbarkeitsstudie. *Anaesthesist*. Dezember 2014;63(12):919–31.
30. Painter I, Chavez DE, Ike BR, Yip MP, Tu SP, Bradley SM, u. a. Changes to DA-CPR instructions: Can we reduce time to first compression and improve quality of bystander CPR? *Resuscitation*. September 2014;85(9):1169–73.
31. Dami F, Fuchs V, Praz L, Vader J-P. Introducing systematic dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation (telephone-CPR) in a non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS): Implementation process and costs. *Resuscitation*. Juli 2010;81(7):848–52.
32. Besnier E, Damm C, Jardel B, Veber B, Compere V, Dureuil B. Dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation protocol improves diagnosis and resuscitation recommendations for out-of-hospital cardiac arrest: Phone protocol for resuscitation recommendations. *Emerg Med Australas*. Dezember 2015;27(6):590–6.
33. Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, Deakin C, u. a. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. Oktober 2010;81(10):1219–76.
34. Perkins GD, Handley AJ, Koster RW, Castrén M, Smyth MA, Olasveengen T, u. a. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. Oktober 2015;95:81–99.
35. Dirks et al. Reanimation 2015 - Leitlinien kompakt. 1. Auflage. Deutscher Rat für Wiederbelebung - German Resuscitation Council e.V., Herausgeber. Prittwitzstr. 43, 89075 Ulm: GRC Geschäftsstelle, c/o Universitätsklinikum Ulm Sektion Notfallmedizin; 2015. 315 S.
36. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI, u. a. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. Oktober 2015;95:1–80.
37. on behalf of the ERC Guidelines Writing Group, Nolan JP, Soar J, Zideman DA, Biarent D, Bossaert LL, u. a. Kurzdarstellung: Sektion 1 der Leitlinien zur Reanimation 2010 des European Resuscitation Council. *Notf Rettungsmedizin*. November 2010;13(7):515–22.
38. Bohm K, Stålhandske B, Rosenqvist M, Ulfvarson J, Hollenberg J, Svensson L. Tuition of emergency medical dispatchers in the recognition of agonal respiration increases the use of telephone assisted CPR. *Resuscitation*. September 2009;80(9):1025–8.
39. Travers S, Jost D, Gillard Y, Lanoë V, Bignand M, Domanski L, u. a. Out-of-hospital cardiac arrest phone detection: Those who most need chest compressions are the most difficult to recognize. *Resuscitation*. Dezember 2014;85(12):1720–5.

40. Fukushima H, Imanishi M, Iwami T, Seki T, Kawai Y, Norimoto K, u. a. Abnormal breathing of sudden cardiac arrest victims described by laypersons and its association with emergency medical service dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation instruction. *Emerg Med J.* April 2015;32(4):314–7.
41. Dami F, Heymann E, Pasquier M, Fuchs V, Carron P-N, Hugli O. Time to identify cardiac arrest and provide dispatch-assisted cardio-pulmonary resuscitation in a criteria-based dispatch system. *Resuscitation.* 1. Dezember 2015;97:27–33.
42. Maier M, Luger M, Baubin M. Telephone-assisted CPR: A literature review. *Notf Rettungsmedizin.* September 2016;19(6):468–72.
43. O'Neill JF, Deakin CD. Evaluation of telephone CPR advice for adult cardiac arrest patients. *Resuscitation.* Juli 2007;74(1):63–7.
44. Clegg GR, Lyon RM, James S, Branigan HP, Bard EG, Egan GJ. Dispatch-assisted CPR: Where are the hold-ups during calls to emergency dispatchers? A preliminary analysis of caller–dispatcher interactions during out-of-hospital cardiac arrest using a novel call transcription technique. *Resuscitation.* Januar 2014;85(1):49–52.
45. Stipulante S, Tubes R, El Fassi M, Donneau A-F, Van Troyen B, Hartstein G, u. a. Implementation of the ALERT algorithm, a new dispatcher-assisted telephone cardiopulmonary resuscitation protocol, in non-Advanced Medical Priority Dispatch System (AMPDS) Emergency Medical Services centres. *Resuscitation.* Februar 2014;85(2):177–81.
46. Bang A, Herlitz J, Martinell S. Interaction between emergency medical dispatcher and caller in suspected out-of-hospital cardiac arrest calls with focus on agonal breathing. A review of 100 tape recordings of true cardiac arrest cases. *Resuscitation.* 2003;56(1):25–34.
47. Bang A, Örtgren P-O, Herlitz J, Währborg P. Dispatcher-assisted telephone CPR: a qualitative study exploring how dispatchers perceive their experiences. *Resuscitation.* 2002;53(2):135–151.
48. Bause H, Kochs E, Scholz J, Esch JS am, Standl T. *Duale Reihe Anästhesie: Intensivmedizin, Notfallmedizin, Schmerztherapie.* 4. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2011. 692 S.
49. van Tulder R, Laggner R, Roth D, Krammel M, Schriebl C, Kienbacher C, u. a. Impresiones de los teleoperadores sobre la calidad real de la reanimación cardiopulmonar asistida por teléfono: análisis conjunto de 94 escenarios simulados con maniqués. *Emergencias.* 2017;(29):11–7.
50. Ma MH-M, Lu T-C, Ng JC-S, Lin C-H, Chiang W-C, Ko PC-I, u. a. Evaluation of emergency medical dispatch in out-of-hospital cardiac arrest in Taipei. *Resuscitation.* Mai 2007;73(2):236–45.
51. Birkenes TS, Myklebust H, Kramer-Johansen J. Time delays and capability of elderly to activate speaker function for continuous telephone CPR. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med [Internet].* Dezember 2013 [zitiert 3. Februar 2019];21(1). Verfügbar unter: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-7241-21-40>

52. Ng Y, Leong S, Ong M. The role of dispatch in resuscitation. *Singapore Med J*. Juli 2017;58(7):449–52.
53. zur Nieden K. Telefonreanimation. *Notfallmedizin Up2date*. Juni 2012;7(02):133–46.
54. Rea TD, Eisenberg MS, Culley LL, Becker L. Dispatcher-Assisted Cardiopulmonary Resuscitation and Survival in Cardiac Arrest. *Circulation*. 20. November 2001;104(21):2513–6.
55. Mirza M, Brown TB, Saini D, Pepper TL, Nandigam HK, Kaza N, u. a. Instructions to “push as hard as you can” improve average chest compression depth in dispatcher-assisted cardiopulmonary resuscitation. *Resuscitation*. Oktober 2008;79(1):97–102.
56. Birkenes TS, Myklebust H, Kramer-Johansen J. New pre-arrival instructions can avoid abdominal hand placement for chest compressions. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. Dezember 2013 [zitiert 3. Februar 2019];21(1). Verfügbar unter: <https://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/1757-7241-21-47>
57. Yeung J, Butler T, Digby JW, Hughes J, Higgie D, Minshall M, u. a. Basic life support providers’ assessment of centre of the chest and inter-nipple line for hand position and their underlying anatomical structures. *Resuscitation*. Februar 2011;82(2):190–4.
58. Shin J, Rhee JE, Kim K. Is the inter-nipple line the correct hand position for effective chest compression in adult cardiopulmonary resuscitation? *Resuscitation*. November 2007;75(2):305–10.
59. Kloppe C, Maaßen T, Bösader U, Hanefeld C. Leben retten durch leitstellengestützte Reanimation: Welche telefonische Anleitung ist sinnvoll? *Med Klin - Intensivmed Notfallmedizin*. November 2014;109(8):614–20.
60. Birkun A, Glotov M, Ndjamien HF, Alaiye E, Adeleke T, Samarin S. Pre-recorded instructional audio vs. dispatchers’ conversational assistance in telephone cardiopulmonary resuscitation: A randomized controlled simulation study. *World J Emerg Med*. 2018;9(3):165.
61. Dameff C, Vadeboncoeur T, Tully J, Panczyk M, Dunham A, Murphy R, u. a. A standardized template for measuring and reporting telephone pre-arrival cardiopulmonary resuscitation instructions. *Resuscitation*. Juli 2014;85(7):869–73.
62. Gräsner J-T, Böttiger BW, Bossaert L. EuReCa ONE – ONE month – ONE Europe – ONE goal. *Resuscitation*. Oktober 2014;85(10):1307–8.
63. Poole JE, White RD, Kanz K-G, Hengstenberg F, Jarrard GT, Robinson JC, u. a. Low-Energy Impedance-Compensating Biphasic Waveforms Terminate Ventricular Fibrillation at High Rates in Victims of Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *J Cardiovasc Electrophysiol*. Dezember 1997;8(12):1373–85.
64. Harve H, Jokela J, Tissari A, Saukko A, Räsänen P, Okkolin T, u. a. Can Untrained Laypersons Use a Defibrillator with Dispatcher Assistance? *Acad Emerg Med*. Juli 2007;14(7):624–8.
65. Hfipfl M, Selig HF, Nagele P. Chest-compression-only versus standard cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. 2010;

66. Woollard M, Smith A, Whitfield R, Chamberlain D, West R, Newcombe R, u. a. To blow or not to blow: a randomised controlled trial of compression-only and standard telephone CPR instructions in simulated cardiac arrest. *Resuscitation*. Oktober 2003;59(1):123–31.
67. Iwami T, Kawamura T, Hiraide A, Berg RA, Hayashi Y, Nishiuchi T, u. a. Effectiveness of Bystander-Initiated Cardiac-Only Resuscitation for Patients With Out-of-Hospital Cardiac Arrest. *Circulation*. 18. Dezember 2007;116(25):2900–7.
68. Leidel BA, Kanz K-G. Reanimation nach Trauma. *Med Klin - Intensivmed Notfallmedizin*. November 2016;111(8):695–702.
69. Williams JG, Brice JH, De Maio VJ, Jalbuena T. A Simulation Trial of Traditional Dispatcher-Assisted CPR Versus Compressions—Only Dispatcher-Assisted CPR. *Prehosp Emerg Care*. Januar 2006;10(2):247–53.
70. Hallstrom A. Cardiopulmonary Resuscitation by Chest Compression Alone or with Mouth-to-Mouth Ventilation. *N Engl J Med*. 2000;8.
71. Greif R, Lockey AS, Conaghan P, Lippert A, De Vries W, Monsieurs KG, u. a. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2015. *Resuscitation*. Oktober 2015;95:288–301.
72. Deakin CD, Evans S, King P. Evaluation of telephone-cardiopulmonary resuscitation advice for paediatric cardiac arrest. *Resuscitation*. Juli 2010;81(7):853–6.
73. Urban J, Thode H, Stapleton E, Singer AJ. Current knowledge of and willingness to perform Hands-Only™ CPR in laypersons. *Resuscitation*. November 2013;84(11):1574–8.
74. Paal P, Pircher I, Baur T, Gruber E, Strasak AM, Herff H, u. a. Mobile Phone-assisted Basic Life Support Augmented with a Metronome. *J Emerg Med*. September 2012;43(3):472–7.
75. Lee JS, Jeon WC, Ahn JH, Cho YJ, Jung YS, Kim GW. The effect of a cellular-phone video demonstration to improve the quality of dispatcher-assisted chest compression-only cardiopulmonary resuscitation as compared with audio coaching. *Resuscitation*. Januar 2011;82(1):64–8.
76. Semeraro F, Taggi F, Tammaro G, Imbriaco G, Marchetti L, Cerchiari EL. iCPR: A new application of high-quality cardiopulmonary resuscitation training. *Resuscitation*. April 2011;82(4):436–41.
77. Johnsen E, Bolle SR. TO SEE OR NOT TO SEE—Better dispatcher-assisted CPR with video-calls? A qualitative study based on simulated trials. *Resuscitation*. September 2008;78(3):320–6.
78. Bolle SR, Scholl J, Gilbert M. Can video mobile phones improve CPR quality when used for dispatcher assistance during simulated cardiac arrest?: Dispatch-assisted CPR: video or audio. *Acta Anaesthesiol Scand*. Januar 2009;53(1):116–20.
79. Wander PL, Fahrenbruch CE, Rea TD. The dispatcher assisted resuscitation trial: Indirect benefits of emergency research. *Resuscitation*. November 2014;85(11):1594–8.

80. Fujie K, Nakata Y, Yasuda S, Mizutani T, Hashimoto K. Do dispatcher instructions facilitate bystander-initiated cardiopulmonary resuscitation and improve outcomes in patients with out-of-hospital cardiac arrest? A comparison of family and non-family bystanders. *Resuscitation*. März 2014;85(3):315–9.
81. Benditt DG, Goldstein M, Sutton R, Yannopoulos D. Dispatcher-Directed Bystander Initiated Cardiopulmonary Resuscitation: A Safe Step, but Only a First Step, in an Integrated Approach to Improving Sudden Cardiac Arrest Survival. *Circulation*. 5. Januar 2010;121(1):10–3.
82. Marung H. Laienreanimation - Telefonische Anleitung von Laien zur Reanimation. *AINS - Anästhesiol · Intensivmed · Notfallmedizin · Schmerzther*. 18. September 2013;48(09):546–51.
83. Fukushima H, Kawai Y, Asai H, Seki T, Norimoto K, Urisono Y, u. a. Performance review of regional emergency medical service pre-arrival cardiopulmonary resuscitation with or without dispatcher instruction: a population-based observational study. *Acute Med Surg*. Juli 2017;4(3):293–9.

8. Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgemeinschaft
ÄLRD	Ärztlicher Leiter Rettungsdienst
ARGE	Arbeitsgemeinschaft
BRK	Bayerisches Rotes Kreuz
bzw.	beziehungsweise
CPR	cardiopulmonale Reanimation
ECCS	Emotional Content and Cooperation Score
ELDIS	Elektronisches Leitstellen Dispositions- und Informationssystem
ERC	European Resuscitation Council
etc.	et cetera
ILS	Integrierte Leitstelle
INM	Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement
LMU	Ludwig-Maximilians-Universität
RDB	Rettungsdienstbereich
ROSC	Return of Spontaneous Circulation
T-CPR	telefonisch angeleitete cardiopulmonale Reanimation
v.a.	vor allem
z.B.	zum Beispiel

9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung der Gesamtzeiten (T-CPR) und	
Abbildung 2: Verteilung der Gesamtzeiten (keine T-CPR)	26
Abbildung 3: Patient sicher bewusstlos.....	27
Abbildung 4: Beginn der Atemkontrolle.....	28
Abbildung 5: Beginn der CPR-Anleitung.....	29
Abbildung 6: Dauer der CPR-Anleitung	30
Abbildung 7: Dauer der Atemkontrolle im RDB-Vergleich.....	31
Abbildung 8: Beginn der Thoraxkompression im RDB-Vergleich	32
Abbildung 9: Dauer der Atemkontrolle (T-CPR)	33
Abbildung 10: Dauer der Atemkontrolle (keine T-CPR).....	34
Abbildung 11: Erste Thoraxkompression.....	35
Abbildung 12: Benefit des Patienten	36
Abbildung 13: Heatmap	38
Abbildung 14: durchgeführte T-CPR	Abbildung 15: keine T-CPR
Abbildung 16: durchgeführte T-CPR	Abbildung 17: keine T-CPR
Abbildung 18: durchgeführte T-CPR	Abbildung 19: nicht reanimationspflichtig.....
Abbildung 20: durchgeführte T-CPR	Abbildung 21: nicht reanimationspflichtig.....
Abbildung 22: durchgeführte T-CPR	Abbildung 23: nicht reanimationspflichtig.....
Abbildung 24: durchgeführte T-CPR	Abbildung 25: nicht reanimationspflichtig.....
Abbildung 26: durchgeführte T-CPR	Abbildung 27: keine T-CPR
Abbildung 28: durchgeführte T-CPR	Abbildung 29: keine T-CPR
Abbildung 30: durchgeführte T-CPR	Abbildung 31: keine T-CPR

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Teilausschluss von Einsatzdatensätzen.....	22
Tabelle 2: Ausschluss von Einsatzdatensätzen.....	23
Tabelle 3: Zeiten aller Einzelintervalle.....	25
Tabelle 4: Zeiten der einzelnen RDBs.....	25
Tabelle 5: Studienvergleich zum Zeitintervall der Atemkontrolle	52
Tabelle 6: Studienvergleich zum Zeitpunkt der ersten Thoraxkompression	53

11. Danksagung

Dank geht an dieser Stelle an alle Personen, die mich bei der Fertigstellung der vorliegenden Dissertation unterstützt haben.

Dr. Zech möchte ich ganz besonders für das Angebot dieser Untersuchung danken und für die geduldige Unterstützung bei sämtlichen statistischen Fragestellungen und Besprechungen.

Weiterhin gilt mein Dank Prof. Dr. Zwißler, dem Direktor der Klinik für Anästhesiologie am Klinikum Innenstadt der LMU, Dr. Prückner, dem geschäftsführenden Direktor am Institut für Notfallmedizin und Medizinmanagement, sowie dem Team der Abteilung Medizin am INM.

Meiner Familie und meiner Freundin danke ich nicht zuletzt besonders für die motivierende Unterstützung; nicht nur für die Dissertation, sondern während der gesamten Zeit des Medizinstudiums.

12. Eidesstattliche Versicherung



Eidesstattliche Versicherung

Gonschor, Bernhard Ralf

Name, Vorname

Ich erkläre hiermit an Eides statt,

dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

„Lässt sich flächendeckend eine Laienreanimation innerhalb des kritischen Zeitfensters von vier Minuten etablieren? Eine Untersuchung anhand der Auswertung der Echtdaten zum Klickalgorithmus T-CPR der Rettungsleitstellen Bayerns“

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

München, 29.11.2020

Bernhard Gonschor

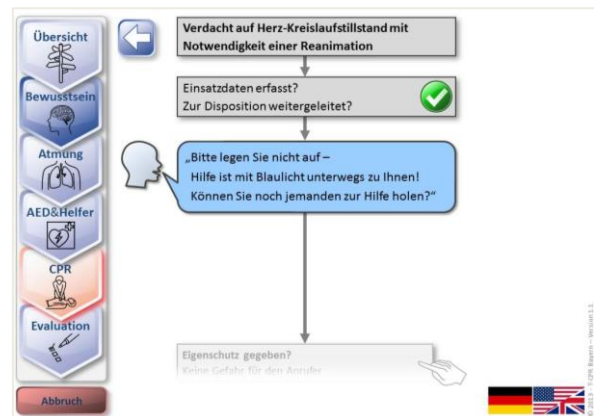
Ort, Datum

Unterschrift Doktorand

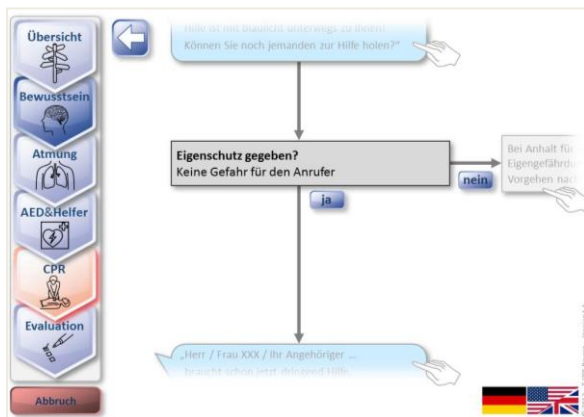
Anhang A: Klickalgorithmus T-CPR Bayern



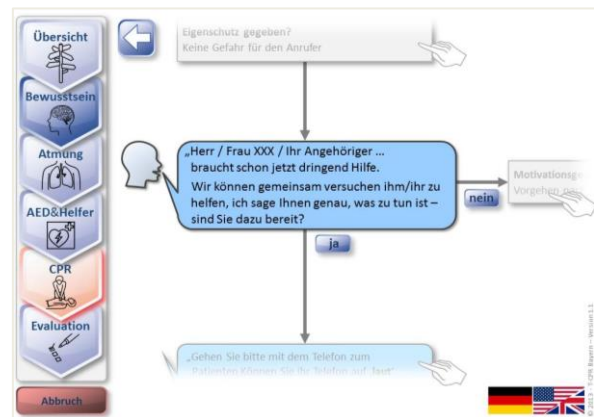
Folie 1: Titelfolie des Algorithmus



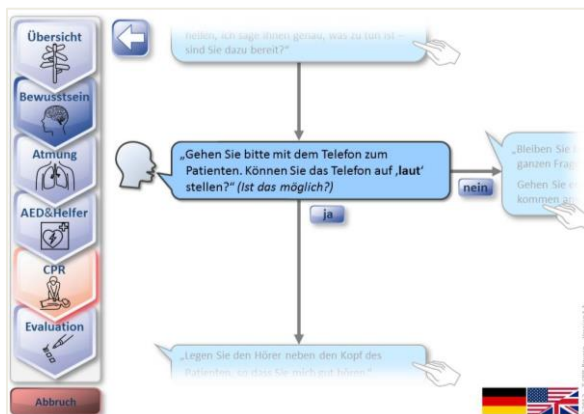
Folie 2: Startfolie



Folie 3: Eigenschutz



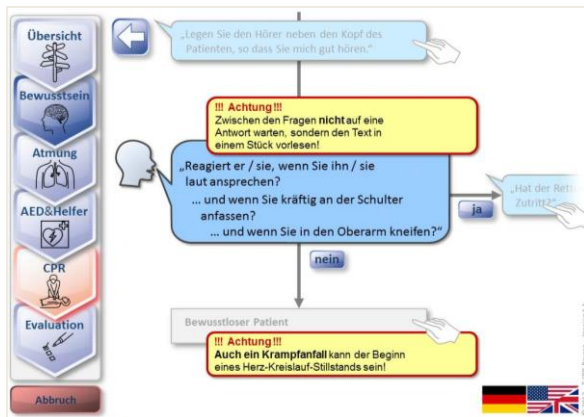
Folie 4: Hilfeangebot



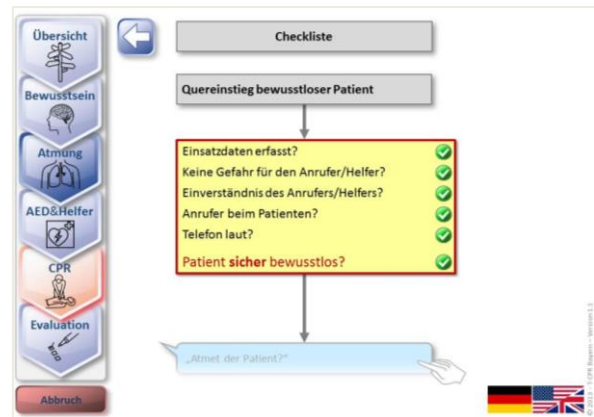
Folie 5: Telefon lautstellen



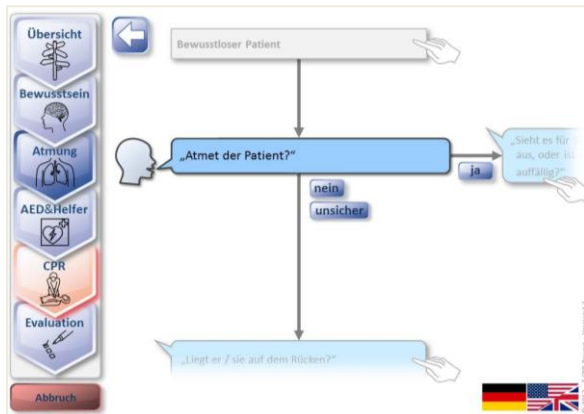
Folie 6: Telefon ablegen



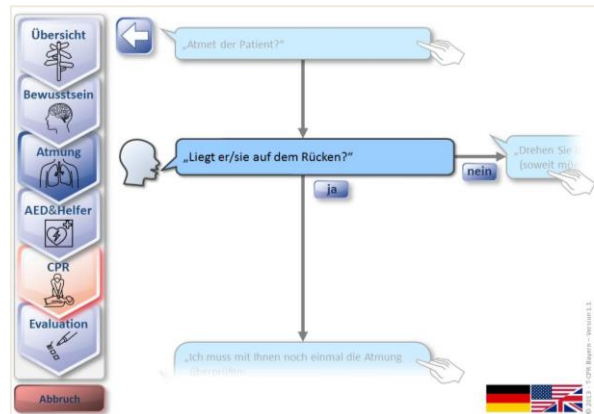
Folie 7: Reaktion des Patienten



Folie 8: Patient sicher bewusstlos



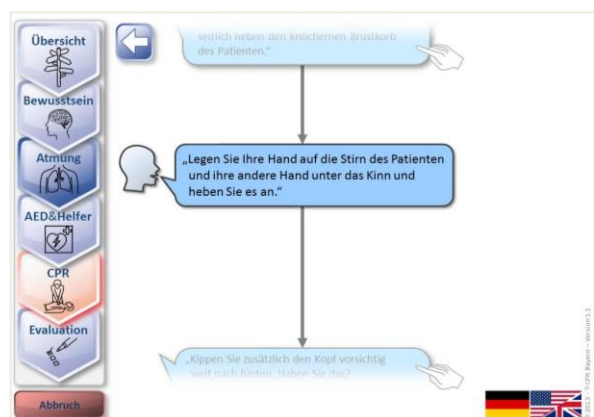
Folie 9: atmet der Patient



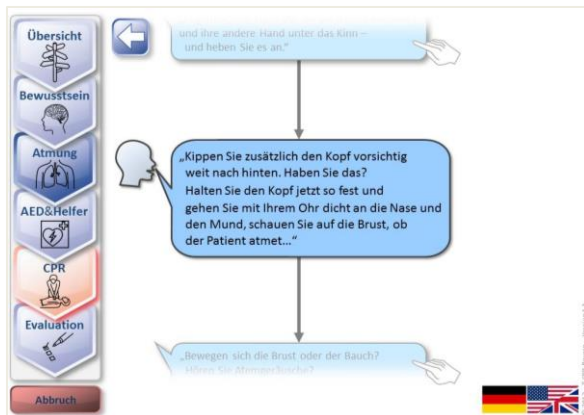
Folie 10: Rückenlage



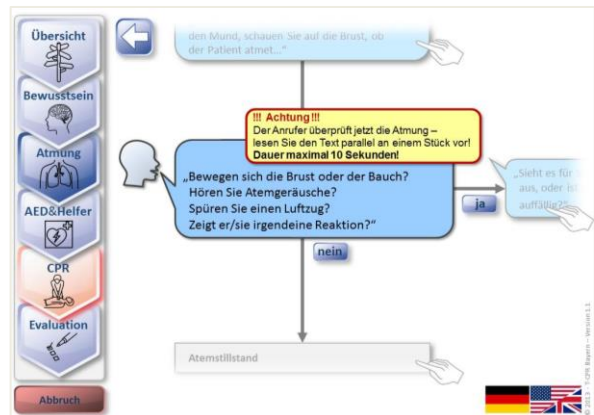
Folie 11: Einleitung Atemkontrolle



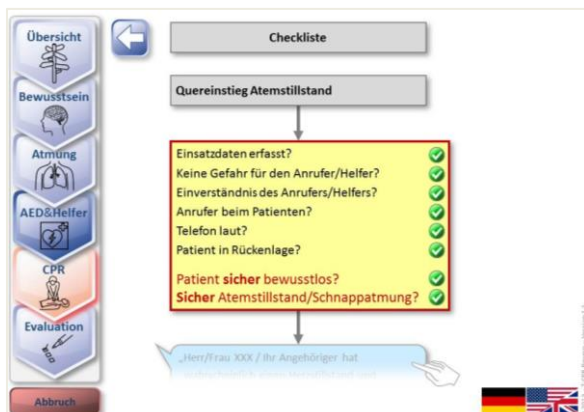
Folie 12: Positionierung des Kopfes



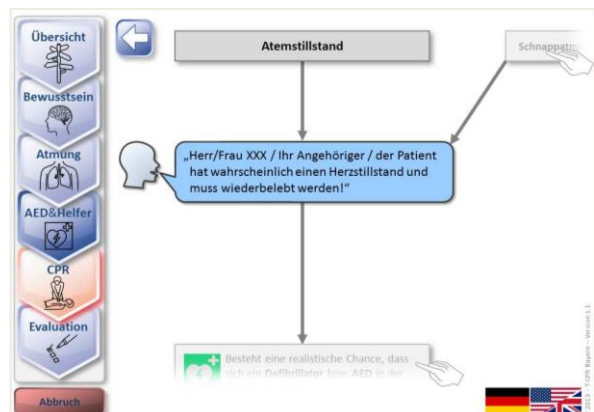
Folie 13: Positionierung des Untersuchers



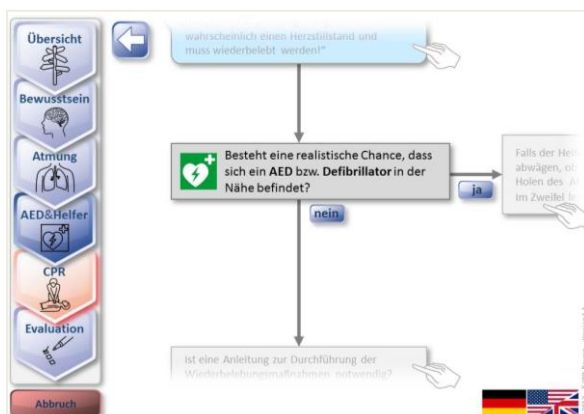
Folie 14: Abfrage von Atemzeichen



Folie 15: sicher Atemstillstand/Schnappatmung



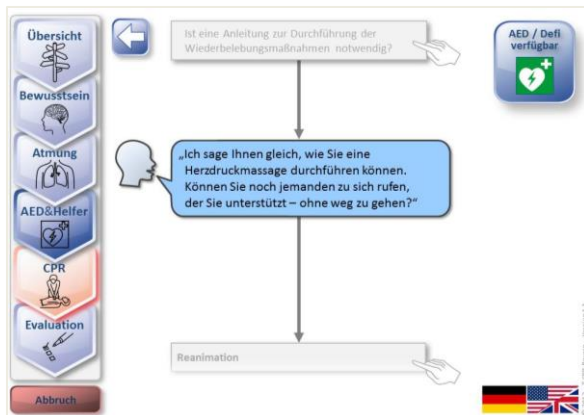
Folie 16: Aufklärung über Kreislaufstillstand



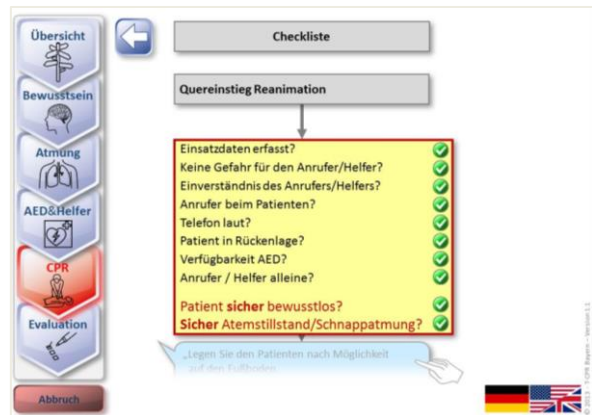
Folie 17: AED-Abfrage



Folie 18: Anleitung notwendig?



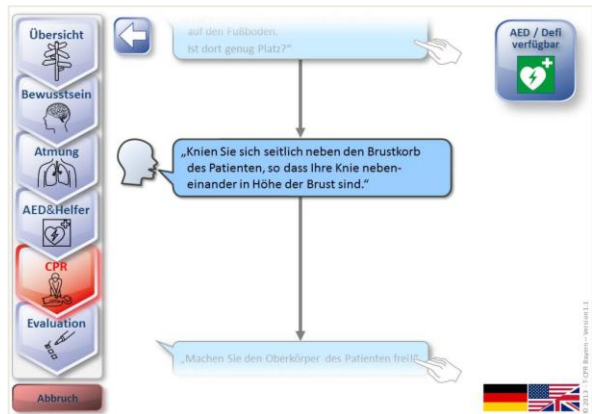
Folie 19: Frage nach Unterstützung



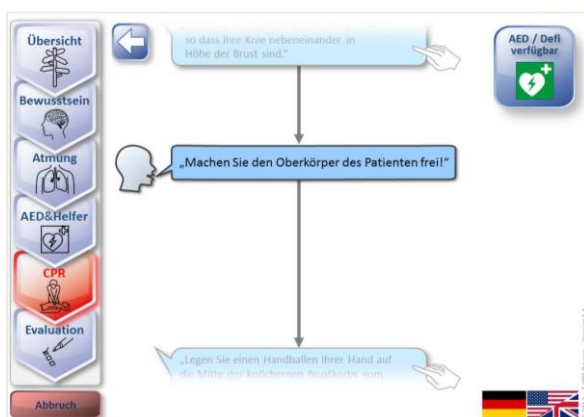
Folie 20: Quereinstieg CPR



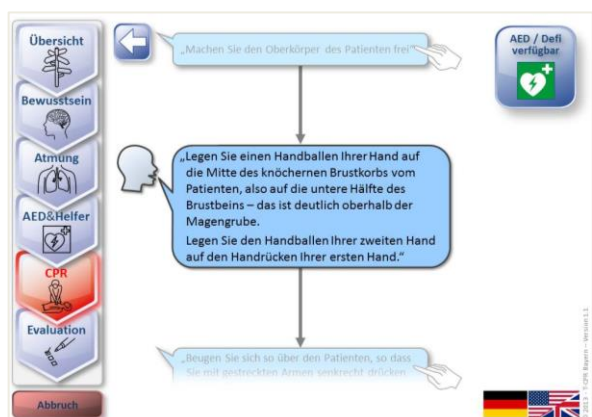
Folie 21: Positionierung des Körpers



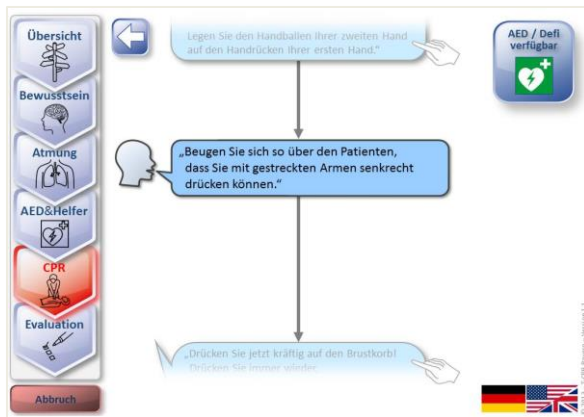
Folie 22: Positionierung des Helfers



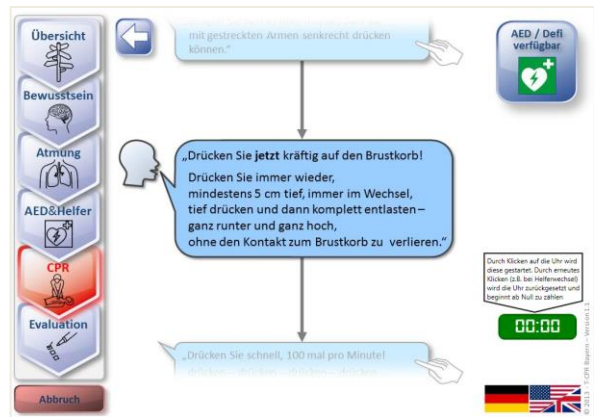
Folie 23: Entkleiden



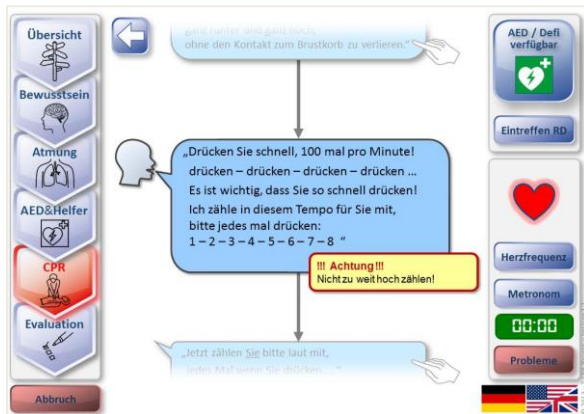
Folie 24: Positionierung der Hände



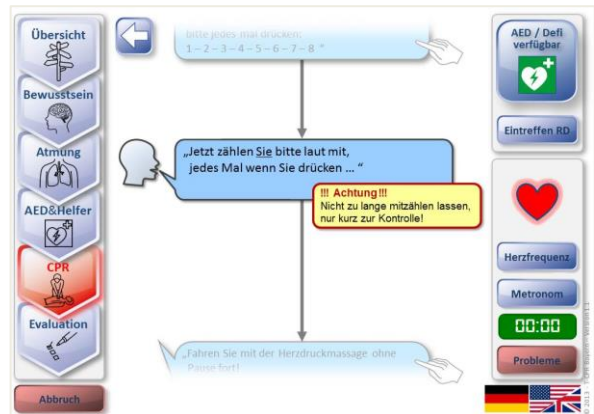
Folie 25: Positionierung zum Start



Folie 26: Thoraxkompression



Folie 27: Druckfrequenz



Folie 28: Mit zählen



Folie 29: Betreuung



Folie 30: Organisation



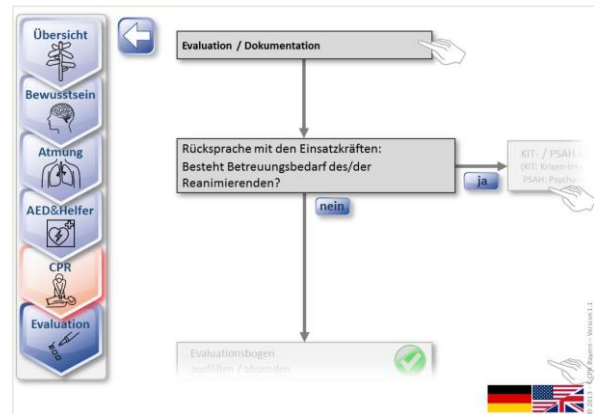
Folie 31: hochwertige CPR



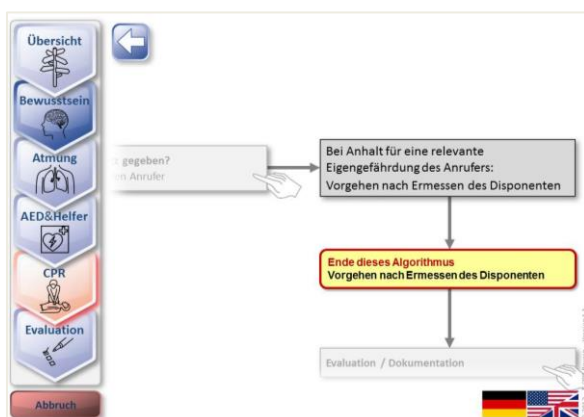
Folie 32: Motivation sichern



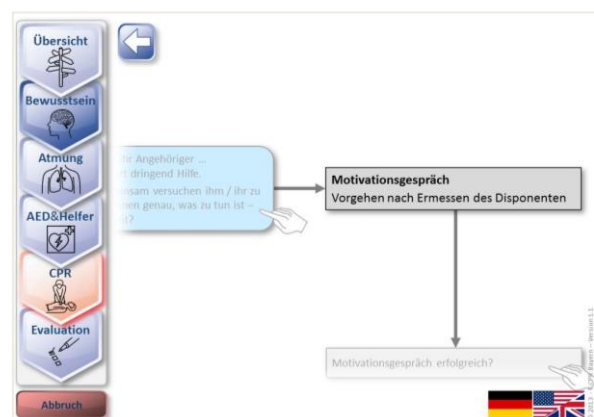
Folie 33: Rippenfrakturen



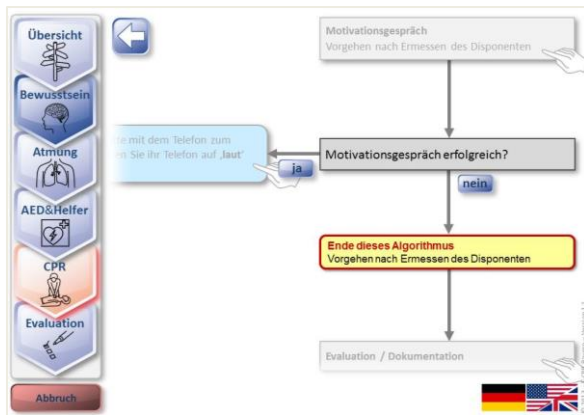
Folie 34: Rücksprache Einsatzkräfte



Folie 35: Eigengefährdung



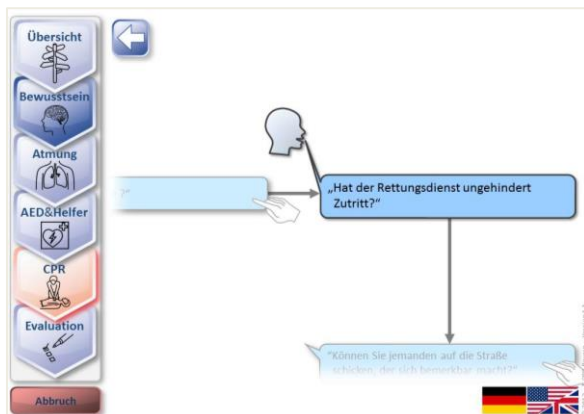
Folie 36: Motivationsgespräch



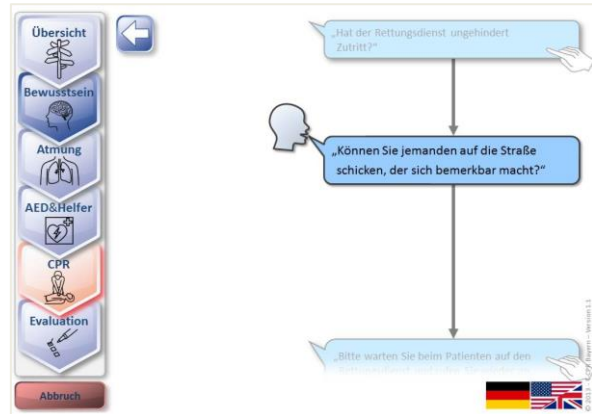
Folie 37: Motivation erfolgreich



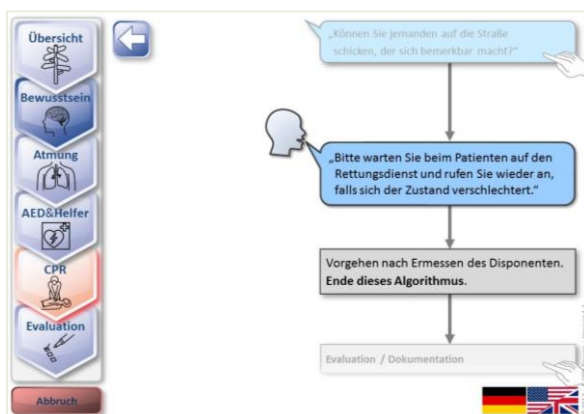
Folie 38: Freisprechanlage



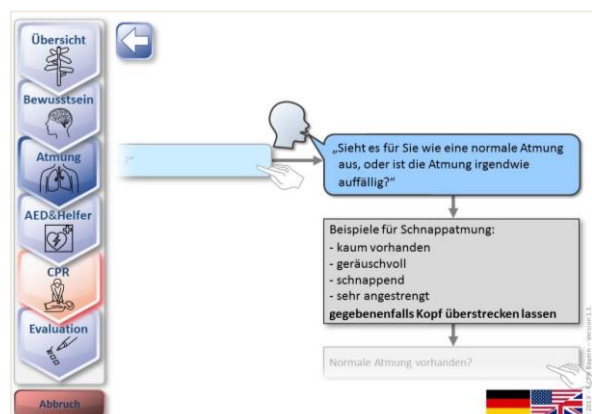
Folie 39: Zutritt



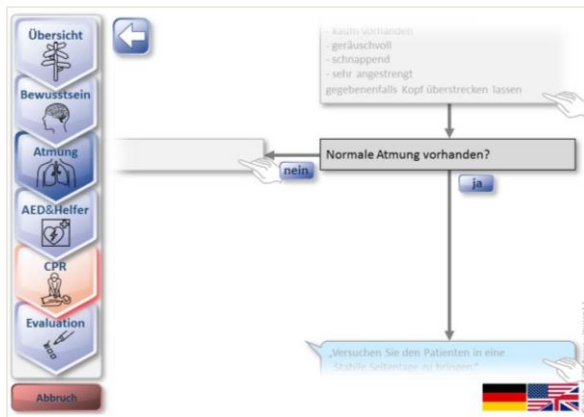
Folie 40: Einweiser auf Straße



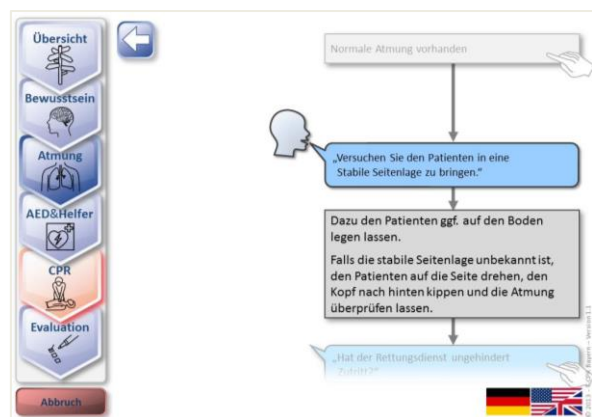
Folie 41: RD erwarten



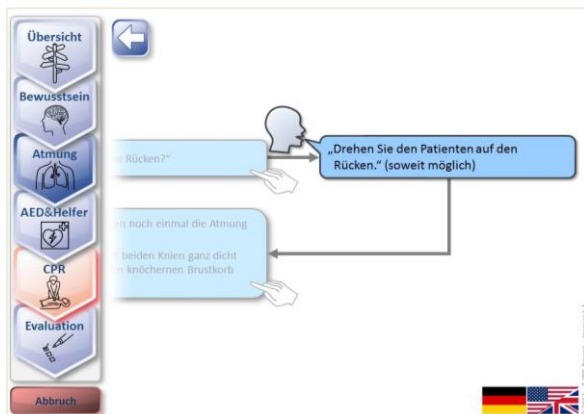
Folie 42: normale Atmung?



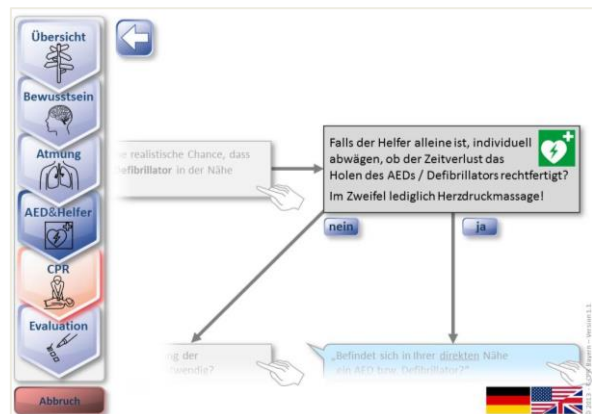
Folie 43: Atmung vorhanden?



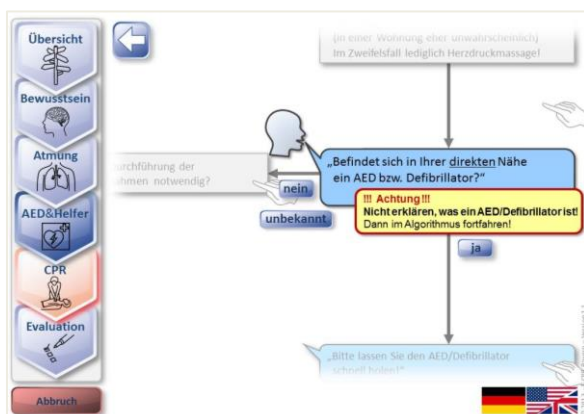
Folie 44: stabile Seitenlage



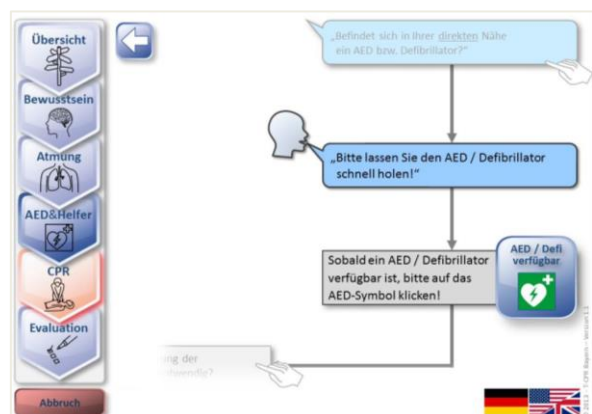
Folie 45: Rückenlage, wenn möglich



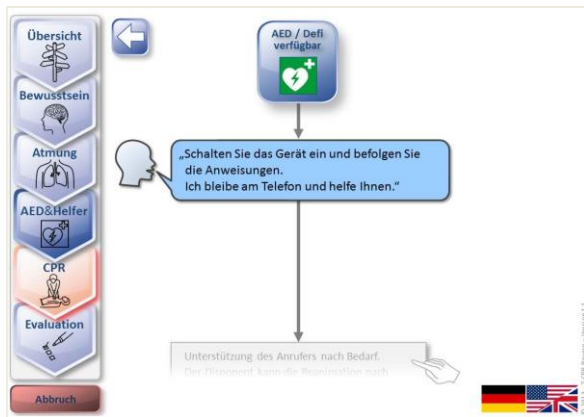
Folie 46: AED abwägen



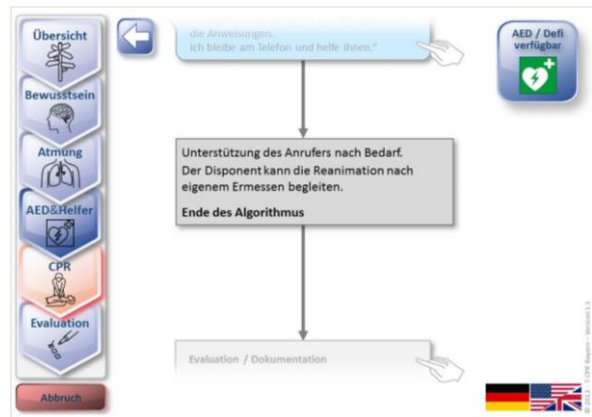
Folie 47: AED in direkter Nähe



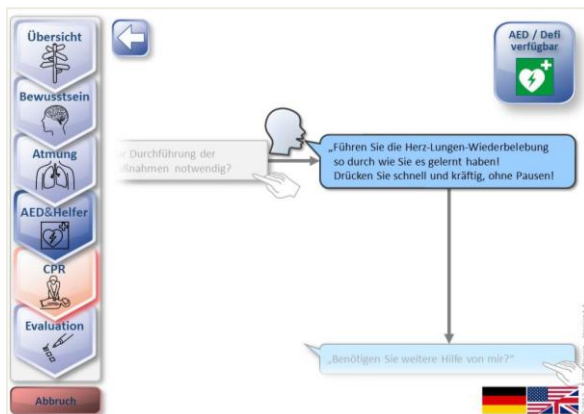
Folie 48: AED holen lassen



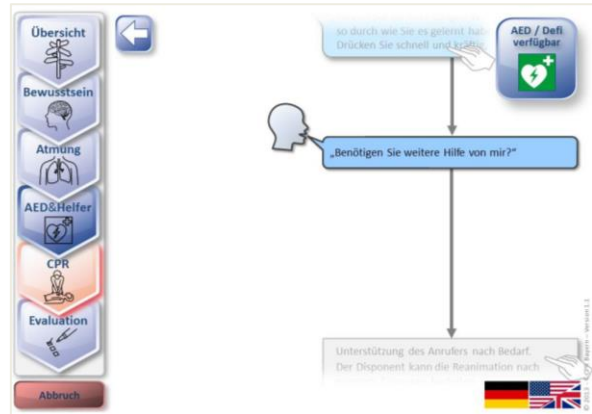
Folie 49: AED einschalten



Folie 50: Unterstützung nach Bedarf



Folie 51: CPR wie gelernt



Folie 52: weitere Hilfe benötigt



Folie 53: Begleitung nach Ermessen



Folie 54: Wiederanruf jederzeit möglich



Anhang B: Disponentenevaluationsbogen

Evaluationsbogen	
Sehr geehrte Damen und Herren,	
das Ausfüllen der folgenden Fragen hilft uns, den Algorithmus und die Prozesse bei der Versorgung von Patienten mit Herz-Kreislaufstillstand weiter zu optimieren. Vielen Dank, dass Sie dabei mithelfen!	
Einsatznummer (die durch ELDIS vergeben wurde):	<input type="text"/>
War der Anrufer am Patienten?	<input type="text"/>
Anzahl der Helfer?	<input type="text"/>
Haben Sie den Ersthelfer am Telefon verstanden? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Hatten Sie während der T-CPR den Eindruck, daß der Anrufer das umgesetzt hat, was Sie ihm gesagt haben? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Wie war die Kommunikation mit dem Anrufer während des Gesprächs? (Emotional Content and Cooperation Score - ECCS)?	<input type="text"/>
Wie war die Qualität der Kommunikation aus technischer(!) Sicht? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Wie empfanden Sie die technische Anwenderfreundlichkeit des T-CPR Algorithmus? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Wie empfanden Sie die inhaltliche Anwenderfreundlichkeit des T-CPR Algorithmus? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Wie war der konkrete Einfluss dieser T-CPR auf die Regelabläufe? (bei* Grund nennen)	<input type="text"/>
Gab es Probleme/Verzögerungen bei der Anwendung des T-CPR Algorithmus? Wann, welche und ggf. warum?	<input type="text"/>
Falls es noch etwas gibt, dass Ihnen wichtig ist, dann schreiben Sie es bitte hierhin.	<input type="text"/>
<input type="button" value="Fall abschließen"/>	